

**LAGERSTÄTTENKUNDLICHE UNTERSUCHUNGEN
AM SEDIMENTÄREN BLEIVERERZUNGEN
DER OBERPFALZ**

Thomas von Schwarzenberg

1975

LAGERSTÄTTENKUNDLICHE UNTERSUCHUNGEN
AN SEDIMENTÄREN BLEIVERERZUNGEN
DER OBERPFALZ

INAUGURAL - DISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DES DOKTORGRADES
DES
FACHBEREICHS GEOWISSENSCHAFTEN
DER
LUDWIG - MAXIMILIANS - UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

VORGELEGT VON
THOMAS VON SCHWARZENBERG
MÜNCHEN 1975

UNIVERSITÄT LEIDEN
FACULTÉIT DER LETTEREN
Afdeling der Geschiedenis

VERHAANDLINGEN - 1975
GUL
VERHAANDLINGEN VAN DE
GUL
VERHAANDLINGEN VAN DE
GUL
VERHAANDLINGEN - 1975



1. Berichterstatter: Prof. Dr. D. D. Klemm
2. Berichterstatter: Prof. Dr. K. Schmidt

Tag der mündlichen Prüfung: 24. Juli 1975

UNIV. LEIDEN
FACULTÉIT DER LETTEREN
Afdeling der Geschiedenis

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand auf Anregung meines verehrten Lehrers Herrn Prof. Dr. D. D. Klemm. Für sein stetes Interesse am Fortgang der Arbeit wie für seine Kritik sei ihm herzlichst gedankt.

Herrn Prof. Dr. K. Schmidt danke ich für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes.

Wertvolle Anregungen und Kritik erhielt die Arbeit durch die Herren Dr. H. Gudden, Dr. H. Haunschild, Dipl.Ing. H. Heissbauer und Prof. Dr. H. M. Köster. Ihnen gilt mein besonderer Dank.

Herr Dr. K. Weber-Diefenbach führte an der Elektronenmikrosonde einige Mineraluntersuchungen durch, wofür ich ihm danke.

Herrn Markscheider Dr. Geissler sei für die Möglichkeit zur Einsicht in die Berwerksunterlagen von Freihung der Bayerischen Berg-, Hütten- und Salzwerke besonders gedankt.

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung	1
Einführung	3
Geologie	3
Zur Geschichte des Bleibergbaus	5
Problemstellung	6
Chemische Analysen	7
Erzmikroskopische Untersuchungen	8
Chemische und mineralogische Untersuchungen an Coronadit	11
Die Bleivererzung von Wollau/Eichelberg	15
Überlegungen zur Genese	20
Die Bleivererzung von Freihung	24
Die Bleiführung des unteren Muschelsandsteins bei Grafenwöhr	28
Untersuchungen bei Silbergrub, südöstlich von Weißenberg	30
Der Bleigehalt der Kalifeldspäte und die Herkunft der Bleilösungen	31
Untersuchungen an Moorerden	37
Adsorptionsversuch mit Moorerden	39
Schwerelementführung einiger Moorerden	41
pH- und Eh-Messungen an Gewässern und Moor- erden	42
Prospektion auf Blei im Manteler Wald	44
Überlegungen zu den Umlagerungen und Anrei- cherungen des Bleis in der Oberpfalz	48
Zusammenstellung der oberpfälzischen Bleiver- erzungstypen	51
Literaturverzeichnis	52
Bildtafeln	55

Zusammenfassung

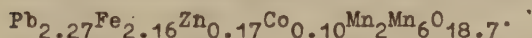
Im Bereich der Weidener Bucht/Oberpfalz werden sowohl die Bleivererzungen der Triassandsteine, als auch quartäre bis rezente Umlagerungen des Bleis, und dessen Anreicherungen in Schottern und Moorerden untersucht.

Für die Bleivererzung Wollau/Eichelberg wird eine syngenetisch-sedimentäre Genese aus dem bakteriogenen Schwefelkreislauf diskutiert.

Die Bleilagerstätte von Freihung wird als epigenetische Verwitterungslagerstätte einer Sulfidvererzung des Wollauer Typs gedeutet.

Neu beschrieben werden Vorkommen von framboidalem Pyrit und das häufige Auftreten von Coronadit.

Coronadit wird chemisch und mineralogisch untersucht. Folgende Durchschnittsformel wird für die Coronadite des Untersuchungsgebietes vorgeschlagen:



Im Bereich des Manteler Waldes (westlich Weiden) wurden Prospektionsuntersuchungen auf Blei in einem etwa 30km² großen Gebiet angestellt. Die dabei gefundenen Anomalien verteilen sich wie folgt:

sandige, quartäre Schotter: $\varnothing$ 200 - 2000 ppm Pb

Bach- und Quellwässer: $\varnothing$ 1 ppm Pb; max. 15.5 ppm Pb

Moorerden: $\varnothing$ 1 - 10 %Pb

Eine eindeutige Herleitung der Anomalien von primär anstehender Vererzung ist nicht möglich.

In einem Adsorptionsversuch konnten 16.4% Blei an Moorerden adsorbiert werden.

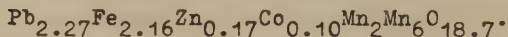
Abstract

In the area of "Weiden Bay" (Bavaria/Oberpfalz) lead Mineralisation in Triassic sandstones are described, as well as Quarternary and Recent redeposition of lead and its accumulation in gravel and peat.

For the lead-ore-deposit of Wollau/Eichelberg a bacteriogenic sulfur cycle origin is discussed.

The lead-ore-deposit Freihung is interpreted as an epigenetic weathered-ore-deposit of a sulfide mineralisation of the Wollau type.

The occurrence of framboidal pyrite is described anew as well as the wide-spread coronadite mineralisation. Coronadite is analysed chemically and mineralogically. The following average-formula is suggested for the coronadite of the investigated area:



In the district of the "Manteler Wald" (east of Weiden) prospecting for lead was carried out within a 30km^2 large area. The lead anomalies found in this area are distributed as follows:

sandy Quarternary gravel: $\varnothing$ 200 - 2000 ppm Pb
rivulet and spring waters: $\varnothing$ 1 ppm Pb; max. 15.5 ppm Pb
peat: $\varnothing$ 1 - 10 %Pb

A definite derivation of the anomalies from primary mineralisation is not possible.

In an adsorption experiment, 16.4% lead could be adsorbed in peat.

Einführung

Die sedimentären Bleilagerstätten der Oberpfalz zählen schon seit langem mit zu den bedeutendsten, wenn auch nicht bauwürdigen Bleilagerstätten Deutschlands.

Nachdem 1966 der erzführende Freihunger Horizont auch im Bereich des Hahnbacher Sattels erbohrt wurde und sich als schwach bleivererzt erwies (P.WURSTER, 1966), kann man den Großraum Hahnbach/Freihung bei einem Lagerstätteninhalt von mehreren Millionen Tonnen Blei mit zu den großen Bleikonzentrationen der Welt zählen.

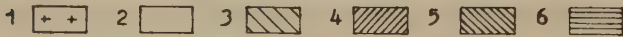
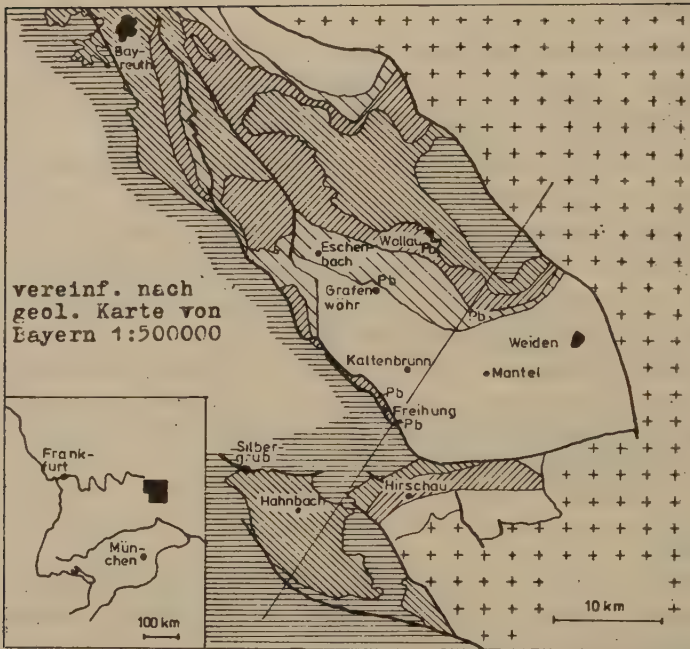
Hinzu kommen noch die Bleivererzungen von Wollau/Eichelberg, über deren Ausmaß sich bisher keine genaueren Angaben machen lassen. Ein großer Teil der Lagerstätten dürfte hier wie auch in Freihung bereits erodiert sein.

Geologie

Die Entwicklung der Trias innerhalb der Weidener Bucht ist durch den Faziesübergang von karbonatischer Beckenfazies (Bayreuth) über die karbonatisch- tonig- klastische Mischfazies (Eschenbach/Freihung) bis hin zur klastischen Randfazies (Weiden/Hirschau) gekennzeichnet (Abb.1 S.4).

In der bleiführenden Mischfazies herrschen feinkörnige bis mittelkörnige Arkosen und kaolinreiche Sandsteine im Wechsel mit roten und dunklen, schluffigen Letten vor. Nicht selten sind Holz- und Pflanzenreste in den Sandsteinen anzutreffen. Sie finden sich nur in der Mischfazies.

Das buchtförmige Vordringen des Mesozoikums in das Kristallin des varistischen Gebirges hat vornehmlich tektonische Ursachen. Es handelt sich um spät- bis nachkretazische Bewegungen (H.TILLMANN, 1958), die zur Aufwölbung des Hahnbacher- und Kaltenbrunner Sattels führten, sowie



1: Grundgebirge; 2: Perm/Buntsandstein; 3: Muschelkalk;
4: unt. Keuper; 5: ob. Keuper; 6: Jura/Kreide

Abb.1 Geologische Karte der Weidener Bucht. Pb Bleierze

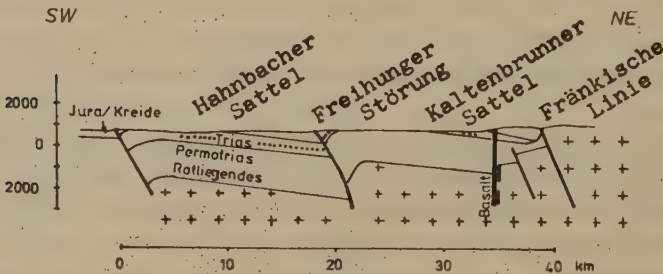


Abb.2 Profil durch die Weidener Bucht nach H.TILLMANN (1958).
....Bleierze

zur Anlage der Fränkischen Linie (Randverwerfung zum Kristallin) und der Freihunger Störung.

Die Genese der triassischen Bleivorkommen wird von einigen Autoren nur kurz im Rahmen regionalgeologischer Arbeiten gestreift, ohne daß dabei eine intensive Auseinandersetzung mit der Thematik gegeben wird.

H.THÜRACH (1888) hat bereits den syngenetischen Charakter der Bleivererzungen erkannt.

Nach E.KOHLER (1902) sollen die Erzlösungen auf nachjurassischen Verwerfungsspalten aufgestiegen sein. Die Schichtförmigkeit der Lagerstätten erklärte er mit seitlichem Wandern der Erzlösungen.

Erst F.HEIM (1936) entschied sich wieder zugunsten der syngenetischen Erzfüllung, da diese Deutung auch den Vorzug hatte, "alle Bleivorkommen des Nordbayerischen Deckgebirges einheitlich zu erklären".

H.TILLMANN (1958) sieht die Freihunger Lagerstätte in Zusammenhang mit "einer älteren Lagerstätte im Grundgebirge", deren Lösungen in einem Flußsystem mit Hilfe der Ufersaumvegetation ausgefällt worden sein sollen. Daneben hält er auch mechanisch sedimentierten Bleiglanz für möglich.

H.M.u.S.KÖSTER (1964) leiteten den Bleigehalt vom Kaolinsierungsprozess der Triasarkosen her, wobei sie bei geringem Kaolingehalt der Arkosen einen Bleiüberschuß forderten, der an dem bereits mit Blei gesättigten Kaolin nicht mehr adsorptiv gebunden werden kann.

Zur Geschichte des Bleibergbaus

F.PSCHERER (1969) hat dazu umfangreiches Material zusammengetragen.

Urkundlich belegt ist der Freihunger Bergbau seit 1427.

Die erste große Anlage war die Grube Vesuv, die 1860 östlich von Freihung errichtet wurde.

Von 1878 bis 1890 führte die Bavarian Lead Mining Co. Ltd. den Betrieb auf der 50- und 90m Sohle.

Nach einer Brandkatastrophe (1890) lag der Bergbau bis 1938 still. Von 1938 bis 1945 betrieben die Bayerischen Berg- Hütten- und Salzw Werke (BHS) einen Untersuchungsbergbau.

Die Bleivorkommen von Wollau/Eichelberg wurden ebenfalls seit einigen hundert Jahren ausgebeutet; allerdings sind die Aufzeichnungen darüber, im Vergleich zu Freihung, äußerst spärlich.

Um 1850 wurde bei Wollau ein Versuchsschacht niedergebracht. 1923 und 1956 wurden alte Schächte bei Wollau wieder geöffnet.

All diesen Versuchen, den Bergbau neu zu beleben, war jedoch kein Erfolg beschieden.

Problemstellung

Die sedimentären Bleivorkommen der Weidener Bucht sollten nach Art, Verbreitung und Ursache der Erzführung untersucht werden.

Die triassischen Sandsteinvererzungen waren erzmikroskopisch, sowie mit Hilfe von geochemischen Profilen zu untersuchen. Besondere Berücksichtigung mußte die fazielle Ausbildung der Trias in Abhängigkeit der Bleiführung erfahren.

In pliozänen und quartären Schotterstränden war insbesondere die Umlagerung des Bleis zu untersuchen.

Die rezente Bleilagerstättenbildung in Moorerden war quantitativ zu erfassen und sollte an einem Laborversuch nachvollzogen werden.

Aus den Geländebeobachtungen der pliozänen und quartären Bleianomalien sollten sich Hinweise auf intensive Prospektionsmaßnahmen ergeben.

Chemische Analysen

Die Analysen auf die Elemente Blei, Kupfer, Zink, Eisen, Kobalt, Nickel, Mangan, Chrom, Silber, Cadmium und Vanadium wurden mit Hilfe eines Atom-Absorptions-Spektrophotometers, Typ Pye Unicam SP 190Q durchgeführt.

Die Gesteinsproben wurden mit konzentrierter Salpetersäure oder Königswasser aufgeschlossen, so daß nur die Nichtsilikate in Lösung gingen.

Der Kalifeldspataufschluß erfolgte durch ein Gemisch von HF/HClO_4 im Verhältnis 2:3.

Um Matrixeffekte weitgehend auszuschalten wurde zur Analyse die Additionsmethode verwendet.

Die Additionsmethode besteht darin, einer Analysensubstanz mit der Elementkonzentration x eines Elementes E eine bekannte Elementkonzentration c desselben Elements E hinzuzufügen.

Die Messung der Elementkonzentration x ergibt am Meßgerät eine Anzeige a . $x = a$ (I)

Die Messung der addierten Elementkonzentration $x+c$ ergibt am Meßgerät eine Anzeige a' . $x + c = a'$ (II)

Aus den Gleichungen (I,II) läßt sich die unbekannte Elementkonzentration x berechnen:

$$x = \frac{ac}{a'-a};$$

Zur Fehlerbestimmung wurde eine Probe zehnmal aufgeschlossen. Aus den Meßergebnissen dieser zehn Analysen ergeben sich mit Hilfe der folgenden Formeln die relativen Standardabweichungen, die sowohl den Fehler des Aufschlußverfahrens, als auch den Meßfehler umfassen:

arithmetisches Mittel $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x;$

Standardabweichung $s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n - 1)}} ;$

rel. Standardabweichung $c = \frac{100 s}{\bar{x}} ;$

Pb 5%; Cu 4%; Zn 4%; Fe 6%; Co 5%; Ni 6%; Mn 4%; Cr 5%;
Ag 7%; Cd 4%; V 10%.

Kohlenstoff- und Schwefelanalysen wurden in dankenswerter Weise im chemischen Labor der Motoren- und Turbinen-Union München durchgeführt. Die Standardabweichung dieser Analysen liegt bei 3%.

Erzmikroskopische Untersuchungen

H.ZIEHR und F.JAKUBEC (1967) geben dazu einen kurzen Überblick, der aber doch erheblicher Ergänzung bedarf.

Zinkblende

Zinkblende tritt immer als Einschuß im Bleiglanz auf. Charakteristisch sind Zinkblendes in mit Bleiglanz vererzten Holzzellen (Abb.1 Taf.1).

Sehr selten sind zonare Kristalle; runde Formen herrschen vor. H.STRUNZ (1952) deutet diese kugeligen Formen als "vererzte Bakterien". "Vererzte Bakterien" sind aber immer kleiner als 0.05mm. Da diese kugeligen Zinkblendes in ihrer Größe zwischen 0.01mm und 0.5mm schwanken, handelt es sich hierbei wohl um eine typische Kornform, die P.RAMDOHR (1955) als "rundlich polygonal" beschreibt. Diese Gefügeeigenschaft ist auf eine Verdrängung der Zinkblende durch Bleiglanz zurückzuführen.

Bleiglanz/Cerussit

In ihren Gefügeeigenschaften sind beide Minerale grundsätzlich voneinander zu trennen. Dies ist insbesondere für die spätere Diskussion der genetischen Fragen wichtig. Während Bleiglanz häufig idiomorph ausgebildet ist, lassen sich beim Cerussit nur undeutliche Korngrenzen erkennen. Ein großer Teil des Cerussits ist aus Bleiglanz hervorgegangen, wie dies zahlreiche Pseudomorphosen bestätigen (Abb.2 Taf.1).

Starke Korrosionserscheinungen werden durch Cerussit an Quarz und Feldspat hervorgerufen (Abb. 3/4 Taf.2). Bleiglanz verdrängt die Silikate nicht. Er wandert lediglich auf Spalt- und Bruchflächen ein und sitzt allgemein auf den Intergranularen.

Holzreste, die vererzt sind, zeigen im mikroskopischen Bild oft noch mit Bleiglanz gefüllte Zellstrukturen; Zinkblende tritt dabei untergeordnet auf (Abb.1 Taf.1).

Die eigentümliche Korrosion mancher Quarze geht wohl auf das Phänomen der sogenannten Böhmischen Streifung zurück. Die im Grundgebirge dynamisch beanspruchten Quarze erleiden subparallel zur Basis feinste Schieferungssysteme, auf denen sich die aggressiven, karbonatischen (PbCO_3) Verwitterungslösungen leicht ihren Weg bahnen können.

Nach J.CHRISTIE et al.(1964) handelt es sich um Translationslamellen parallel zur Basis (0001) mit $[10\bar{1}0]$ als Gleitrichtung.

Pyrit

Pyrit tritt als idiomorphes Einzelkorn im Bleiglanz sehr selten auf. Wesentlich häufiger sind die als Pyritframboide bekannten Strukturen, die an den Freihung-Wollauer Vererzungen vom Verfasser beobachtet werden konnten.

Die Framboide treten nur in Verbindung mit Holz- und Pflanzenresten auf. Nicht selten sind die Framboide limonitisiert, wobei die ehemaligen Pyrite als Hohlräume zurückbleiben, und der Limonit die Zwischenräume der ehemaligen Pyritkörnchen ausfüllt (Abb. 5/6 Taf.3).

Kolonien mit mehr als hundert Framboiden sind häufig.

H.SCHNEIDERHÖHN (1962) hält Framboidstrukturen grundsätzlich für die Abbildung ehemaliger Bakterien.

Nachdem jedoch die synthetische Erzeugung derartiger Strukturen durch M.FARRAND (1970) und R.E.SWEENEY und I.R.KAPLAN (1973), um nur zwei Autoren zu nennen, gelungen ist, kann die Schneiderhöhn'sche Deutung nicht mehr als

einzigste Möglichkeit der Framboiddbildung gelten.

Die Abbildungen jedoch, die M. FARRAND (1970) gibt, sind den natürlichen Framboiddstrukturen kaum ähnlich.

Dies kann mit der unterschiedlichen Geschwindigkeit der Eisenfällung zusammenhängen, die bei natürlichen Framboiden wesentlich länger dauert. Daneben ist die Tatsache von entscheidender Bedeutung, daß die natürlichen Framboide, etwa jene der Bleilagerstätte Freihung, eine lang andauernde Diagenese durchgemacht haben, die sich sicherlich auf deren Struktur ausgewirkt hat.

Bezüglich der Genese der natürlichen Framboide besteht weiterhin keine endgültige Klarheit. Fest steht zumindest, daß auf Grund der Schwefelisotopenzusammensetzung Pyrit-framboide, die wie etwa die Freihunger Framboide an organisches Material gebunden sind, aus bakteriogen reduziertem Sulfat und Eisenionen gebildet worden sind (L.G.LOVE u. G.C.AMSTUTZ, 1966).

H. ZIEHR und F.JAKUBEC (1967) beschreiben noch Markasit und Bravoit.

Covellin

Im Cerussit führenden Sandstein ist innerhalb des Cerussits eine feine Covellindurchstäubung nicht selten.

Die Covelline fallen durch ihre intensive Blaufärbung und die zum Teil stengelige Ausbildung auf. Nach P.RAMDOHR (1955) ist die Covellindurchstäubung des Cerussits ein typischer Hinweis auf das ehemalige Vorhandensein von Bleiglanz.

Auf den alten Halden finden sich nicht selten Anflüge von Azurit und Malachit auf Cerussiterzen, die möglicherweise auf die Verwitterung des Covellins zurückzuführen sind.

Coronadit

Coronadit tritt in den bisher meist als bleihaltige Mangan- Eisen- Knollen (z.B. H.TILLMANN, 1958) bezeichneten

Konkretionen auf. Sie bestehen neben Quarz und Feldspat ausschließlich aus Coronadit.

Im Anschliff fallen das hohe Reflexionsvermögen und der deutliche Reflexionspleochroismus auf, ebenso wie die fast weiße Farbe. Einzelne Mineralkörner sind nicht zu erkennen.

Die Gefügeeigenschaften sind jenen des Cerussits (Abb. 3/4 Taf.2) äußerst ähnlich. Beide Minerale sind somit als diagenetisch sekundär imprägniert aufzufassen.

Die Coronaditkonkretionen finden sich sowohl im bleiführenden Horizont von Freihung (Abb.9, S.25), als auch in den quartären, sandigen Schottern des Manteler Waldes westlich Weiden (Abb.7 Taf.4).

Chemische und mineralogische Untersuchungen an Coronadit.

chemische Zusammensetzung der Coronaditkonkretionen

	Pb %	Mn %	Fe %	Zn ppm	Cu ppm	Co ppm	Cr ppm	Ni ppm	Cd ppm
Freihung 1	6.3	6.0	2.1	1600	330	850	300	30	17
Freihung 2	7.1	6.7	1.9	1700	300	800	340	48	20
Ma. Wald 1	7.6	6.9	1.4	1650	180	1000	280	35	22
Ma. Wald 2	5.9	5.6	1.5	1400	145	750	100	45	18

Hauptbestandteil der Konkretionen ist Quarz und Feldspat.

Aus diesen Werten läßt sich folgende Durchschnittsformel berechnen: $\text{Pb}_{2.27}\text{Fe}_{2.16}\text{Zn}_{0.17}\text{Co}_{0.10}\text{Mn}_2\text{Mn}_6\text{O}_{18.7}$.

Diese Formel ist natürlich nur als grobe Annäherung zu verstehen, da insbesondere das Eisen im Coronadit sehr heterogen verteilt ist.

P.RAMDOHR (1955) gibt als vereinfachte Formel

$\text{Pb}_2\text{Mn}_2\text{Mn}_6\text{O}_{16}$ an.

Aus der oben angegebenen Durchschnittsformel lassen sich die Gewichtsprozente der einzelnen Elemente, die am Aufbau des Coronadits beteiligt sind, angeben. Auffallend ist der relativ hohe Kobaltgehalt:

Pb	34.88%	
Fe	8.98%	einschließlich Limonit, der sich aus Coronadit gebildet hat (erzmikroskopisch festgestellt)
Zn	0.82%	
Co	0.44%	
Mn	32.67%	
O	22.21%	
	100.00%	

Mikrosondenuntersuchungen (ausgeführt von Dr. Weber-Diefenbach)

Ziel der Untersuchungen war es, festzustellen, ob die Elemente Blei, Mangan, Eisen, Zink und Kobalt homogen im Coronadit verteilt sind.

Der untersuchte Bereich umfaßt sowohl einen relativ homogenen, als auch einen durch Einschlüsse stark gestörten Abschnitt (Abb.3, S.13).

Blei/Mangan

Blei und Mangan korrelieren miteinander sehr gut. Dies zeigt sich auch schon an Hand der chemischen Analysen, wo bei hohen Mangangehalten auch hohe Bleiwerte gemessen werden.

Eisen

Eisen ist im Coronadit sehr heterogen verteilt. Im einschlußarmen Bereich kann man damit rechnen, daß es sich um Inhomogenitäten innerhalb des Coronaditgitters handelt, da die Blei- und Manganverteilung auf die starken Schwankungen

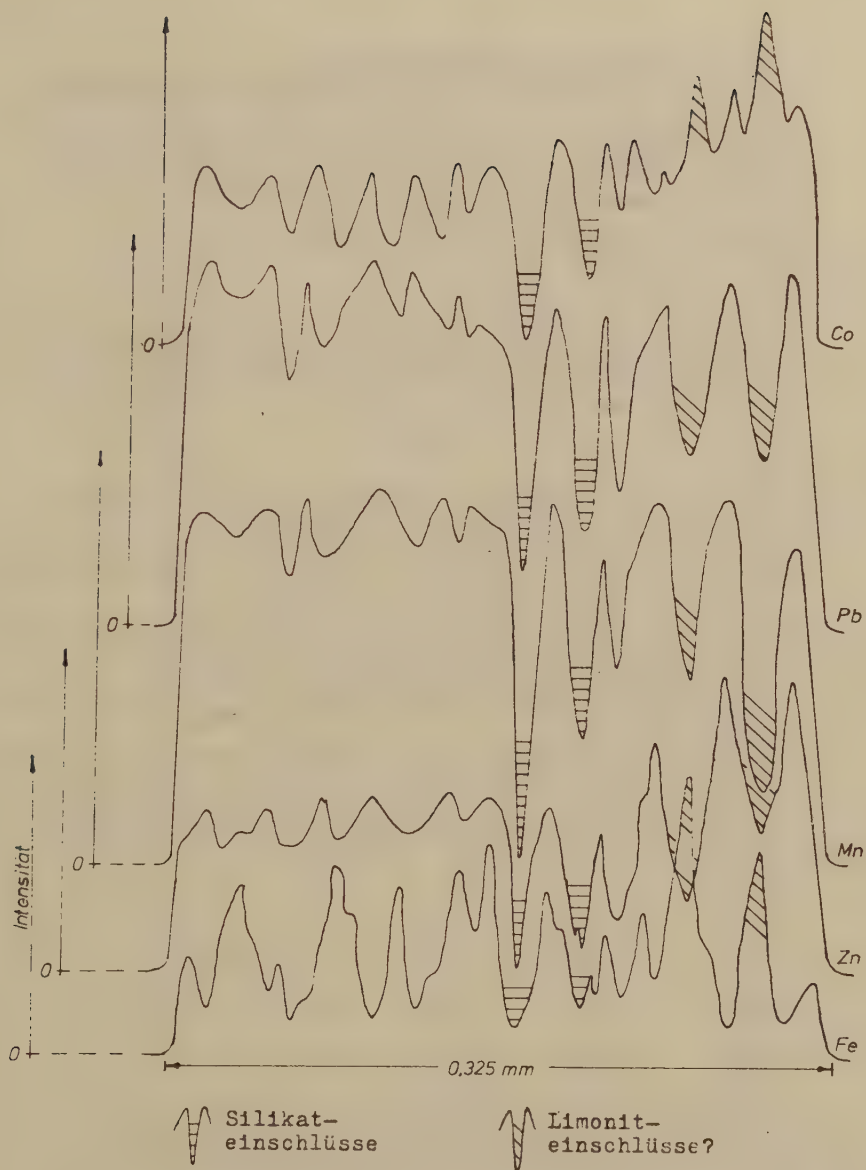


Abb.3 Mikrosondenuntersuchung zur Verteilung von Eisen, Zink, Mangan, Blei und Kobalt im Correnadit.

des Eisengehaltes kaum reagieren.

Im einschlußreichen Teil sind zwei deutliche Eisenmaxima zu erkennen, die von Blei/Mangan Minima begleitet werden. Hier handelt es sich um eisenreiche Einschlüsse (wohl Limonit, der auch erzmikroskopisch beobachtet wurde), die aber nicht weiter untersucht wurden.

Zink

Das Zink korreliert mit Blei und Mangan sehr gut, so daß seine Verteilung im Coronaditgitter als relativ homogen angesehen werden kann.

Kobalt

Kobalt zeigt die deutliche Tendenz, sowohl mit Eisen, als auch mit Blei/Mangan zu korrelieren.

So sind im einschlußreichen Bereich die beiden Eisenmaxima (Limonit?) mit Kobaltmaxima zu korrelieren.

Im einschlußarmen Bereich werden dagegen die Eisenmaxima nicht grundsätzlich von Kobaltmaxima begleitet. Hier treten auch deutliche Korrelationen mit Blei/Mangan auf.

Weisen alle fünf untersuchten Elemente gleichzeitig deutliche Minima auf, so kann es sich dabei um Silikateinschlüsse handeln, die auch mikroskopisch festgestellt wurden.

Die Bleivererzung von Wollau/Eichelberg

Die Erzführung ist hier auf die sandig- tonigen Estherienschiefer begrenzt. Schon H.THÜRACH (1888) hat die Schichtförmigkeit des Erzlagers erkannt.

Auch in nicht aufgeschlossenen Gebieten, so am Tannenberg zwischen Wollau und Döllnitz, läßt sich die Bindung der Vererzung an die Estherienschiefer mit Hilfe von Bodenproben eindeutig verfolgen (Abb.4, S.16).

Die Erstreckung der nachgewiesenen Vererzung von Wollau bis zum Eichelberg umfaßt eine Länge von 3.2Km (siehe dazu auch die Kartenbeilage).

Die Estheriensandsteine sind mittelkörnig und im Gegensatz zu den Freihunger Erzvorkommen (dort oberer Muschel-sandstein oder unterer Keuper, H.GUDDEN 1966) nicht kaolinisiert.

Bei den im allgemeinen als dunkle Letten (z.B. H.HAUNSCHILD, 1955) bezeichneten Einschaltungen handelt es sich um stark schluffige Tone mit reichlich Pflanzenhäckselresten. Bereits HAUNSCHILD beschäftigt sich mit der Frage, welche Komponente die dunkle Normalfazies der Estherienschiefer färbt. Er vermutet, daß die dunkle Farbe zum großen Teil auf fein verteilten Pyrit zurückzuführen sei.

Um diese Frage genauer zu klären, wurden folgende Analysen durchgeführt:

	Glühverl. bei 900°C	H ₂ O	CO ₂ anorg.	CO ₂ org.	SO ₂
1.	8.6%	6.86%	0.4%	1.65%	0.05%
2.	8.3%	6.00%	0.5%	1.80%	0.04%

Es zeigt sich, daß der organische Kohlenstoffgehalt sehr hoch ist, so daß die dunkle Färbung wohl ausschließlich auf die organische Substanz zurückgeführt werden kann. Pyrit dürfte, wenn überhaupt, nur in Spuren vorhanden sein.

Zu etwa 70% bestehen die dunklen Tone aus Quarz. Der Rest

Lehrbergsschichten

Estheriensschichten

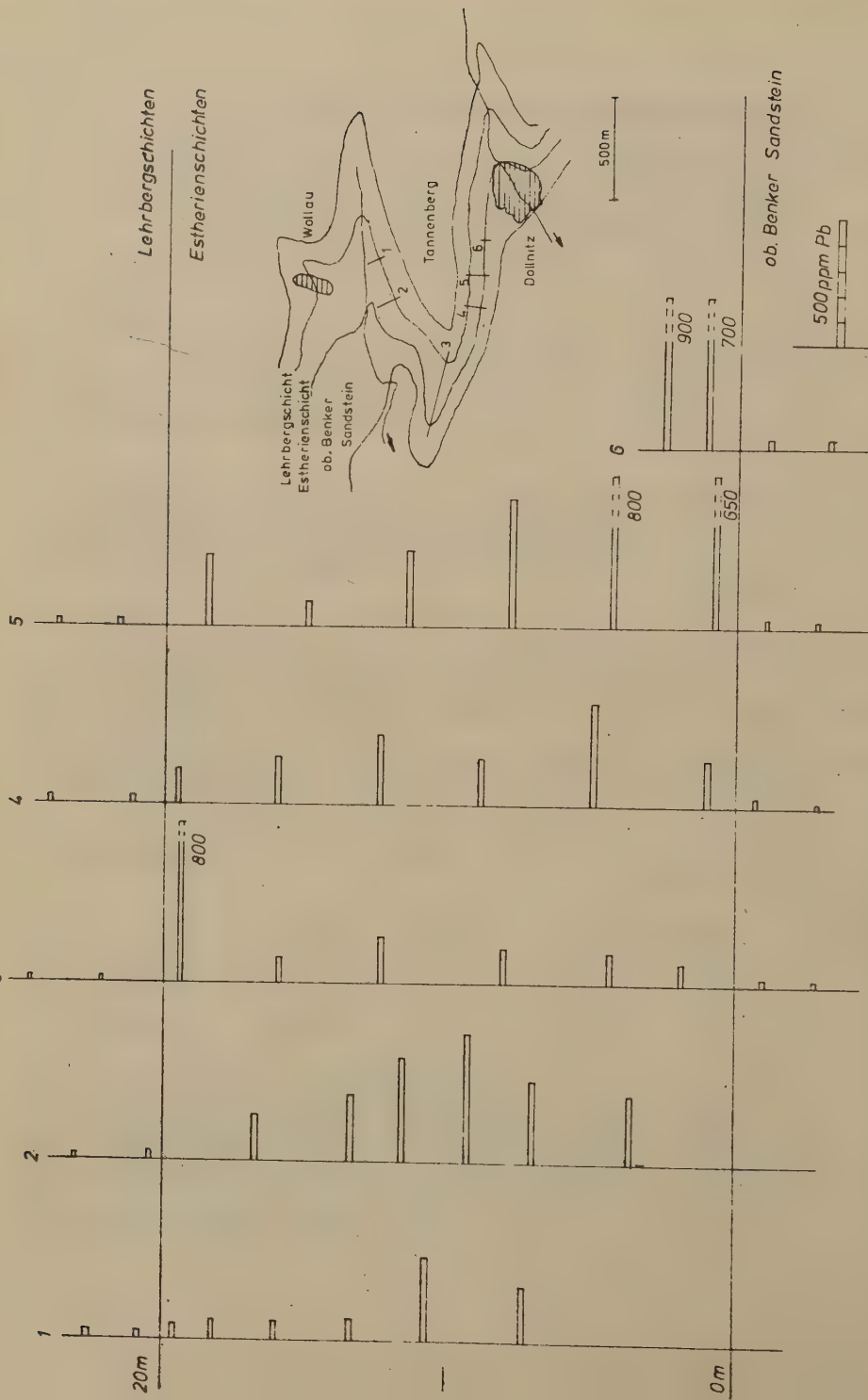


Abb. 4 Bleigehalte sandiger Bodenproben aus dem Keuper des Tannenberges. Die Bindung des Bleis an die Estheriensschichten ist deutlich.

sind Tonminerale und die beschriebene organische Substanz; Zirkon ist relativ häufig.

Mit Hilfe der folgenden Profile (Abb.5, S.18) vom "Berghäusl" südlich Döllnitz, soll die Erzführung der anstehenden Estherienschiefer erläutert werden:

Innerhalb der Estherienschiefer liegt der Bleigehalt bei mindestens 200ppm.

Treten Holzreste in den Sandsteinen auf, so sind sie grundsätzlich mit grobkristallinem Bleiglanz vererzt. (Abb.8, Taf.4). Sekundär haben sich Cerussit führende Dispersionshöfe um die Hölzer gebildet.

Auf und zum Teil auch unter den Letten sind an den Grenzen zum Sandstein Pflanzenreste angereichert. Sie sind selbst nicht vererzt, werden aber meist von einer millimeterstarken Bleiglanzkruste begleitet.

In den dunklen, schluffigen Letten sinkt der Bleigehalt sprunghaft auf etwa 0.3%, während er an den Grenzen zum Sandstein noch meist bei 5 - 10% liegt.

Die Zinkgehalte verhalten sich entgegengesetzt und steigen in den dunklen Letten auf 0.2%, während sie an den Grenzen zum Sandstein bei etwa 0.03% liegen.

Die etwa ein Kilometer weiter südlich anstehende Vererzung am Eichelberger Fahrweg zeigt die gleiche Charakteristik. Die dunklen Letten sind hier aber schon stark zurückgetreten; auch ist die Erzführung wesentlich geringer.

An den Grenzen Letten/Sandstein sind keine Bleiglanzkrusten mehr zu beobachten, sondern lediglich fein verteilte Bleiglanzkryställchen.

Offensichtlich liegt eine direkte Korrelation zwischen Erzgehalt und Letteneinschaltungen vor, auf die im Kapitel "Überlegungen zur Genese" eingegangen wird.

Sekundäre Anreicherungen von Cerussit (auch von B.SCHRÖDER, 1958, beschrieben) treten nur in der Nähe von dunklen

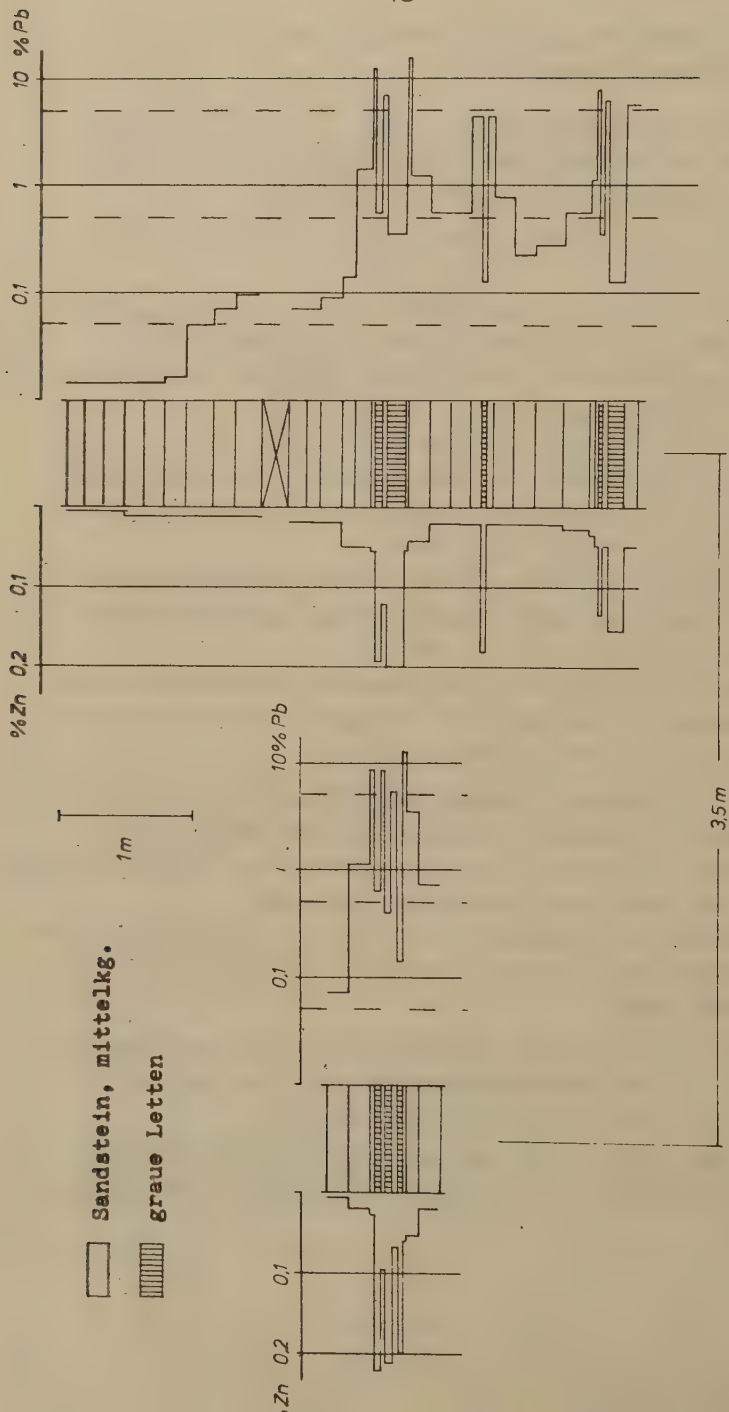


Abb.5 Bleigehalte der Estherienschiechten beim "Berghäusl" südlich Wollau.

Letten, also ehemaligen Bleiglanzlagen auf.

Rote Letten führen grundsätzlich kein Blei, auch treten an den Grenzen zwischen roten Letten und Sandsteinen keine Pflanzenreste auf; ebenso fehlt die charakteristische Bleiglanzkruste.

Wie aus Abb. 5 (Seite 18) hervorgeht, ist zunächst offensichtlich die enge Wechselfolge von dunklen, schluffigen Letten und Sandsteinen für den Grad der Vererzung verantwortlich.

Das Auskeilen der dunklen Letten in Richtung Eichelberg ist begleitet von einer schnellen Abnahme des Erzgehaltes. Über eine mögliche Zunahme des Erzgehaltes vom Berghäusl in Richtung Wollau lassen sich auf Grund der fehlenden Aufschlüsse keine Angaben machen.

Immerhin bestätigen die Analysen der Bodenproben aus den Überdeckungen der Estherienschichten beim Tannenberg (Abb.4, S.16) daß mit anhaltender Vererzung zu rechnen ist, ohne daß jedoch aus diesen Analysen ein Rückschluß auf die Erzmenge gezogen werden kann.

H.HEISSBAUER (1947) beschreibt in den Stollen bei Wollau neben Bleiglanzhölzern auch mit Bleiglanz in Form von "Adern und Schlieren" vererztes Nebengestein.

Die Estherienschichten bei Wollau/Eichelberg sind nicht immer unter Wasserbedeckung gelegen. Steinsalzpsedomorphosen, die bereits H.THÜRACH (1888) beschreibt, können an den Grenzflächen zwischen Letten und Sandstein beobachtet werden.

Dies ist eine typische Erscheinung für Flachküstenbereiche, die unter ariden Bedingungen zeitweise trockenfallen können. Für die Genese der Bleivererzung ergeben sich daraus wichtige Gesichtspunkte, die später diskutiert werden.

Überlegungen zur Genese

Betrachtet man sich einen vergrößerten Ausschnitt aus dem Grenzbereich dunkle Letten/Sandstein des Berghäuslaufschlusses, so bemerkt man eine auffallende Ähnlichkeit mit den Ergebnissen aus den Versuchen, die von R.SUCKOW und W.SCHWARTZ (1968) durchgeführt worden sind (Abb.6/7, S.21).

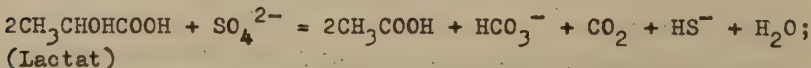
Mit Hilfe von Modell-Sulphureten konnten sie die syngenetische Fällung von Metallsulfiden nachvollziehen.

Das Hauptergebnis ihrer Arbeit war, daß bei Anwesenheit reduktiver Schlammschichten (Sapropelle, Gytten) Bakterienplatten auf deren Oberfläche sich ausbreiten, die bei genügend hoher Schwermetallkonzentration im Meer- oder Brackwasser zur Ausbildung von Schwermetallsulfidplatten führen.

Die dunklen, schluffigen Letten der Estheriensichten im Bereich Wollau/Eichelberg dürften auf Grund ihres reichen organischen Gehaltes ehemals reduktive Schlämme gebildet haben.

D.T.RICKARD (1973) hat berechnet, daß mindestens 0.1Gew.% organischer Kohlenstoff benötigt werden um syngenetisch-sedimentäre Sulfidlagerstätten des bakteriogenen Schwefelkreislaufes von mehr als 1% Erzgehalt zu bilden.

Die bakterielle Sulfatreduzierung läuft gleichzeitig mit der Umwandlung der organischen Substanz ab. D.T.RICKARD (1973) gibt dazu folgendes Schema:



Gerade die Pflanzenführung unterscheidet sowohl die Freihunger Lagerstätte, die Wollau/Eichelberger Erzvorkommen sowie die Bleiführung des unteren Muschelsandsteins von ihrem jeweils Hangenden und Liegenden.

Nach D.T.RICKARD (1973) diffundiert aus der oxidierten Zone über oder unter den reduktiven Schlämmen ständig

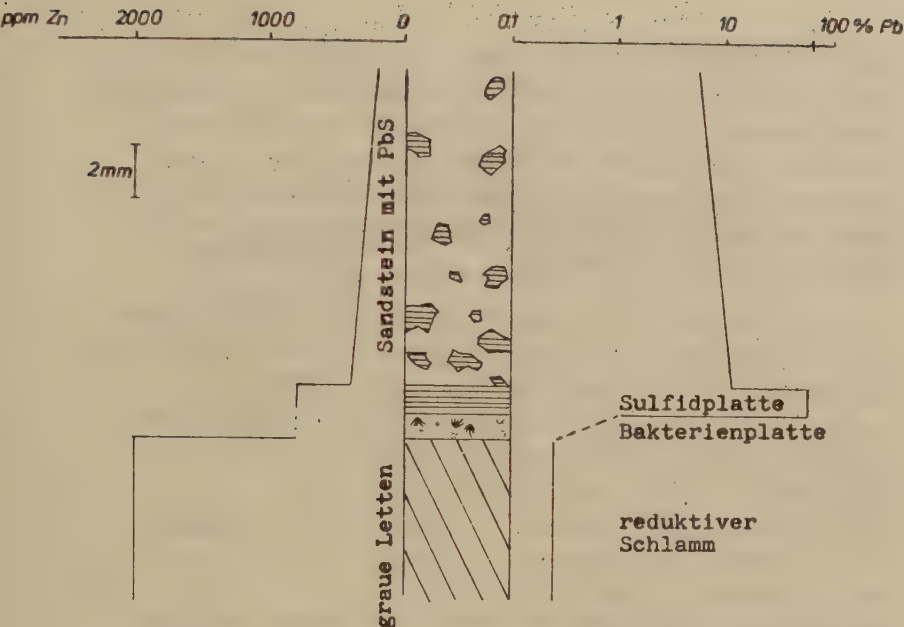


Abb.6 Grenzbereich graue Letten/Sandstein innerhalb der Estherenschichten. "Berghäuslaufschluß südlich Wollau.

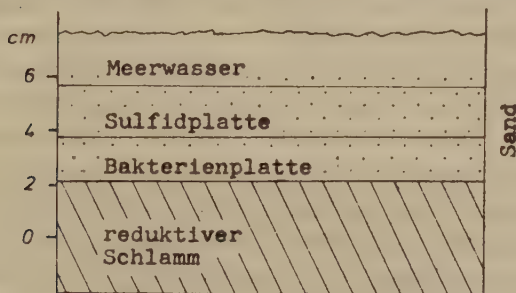
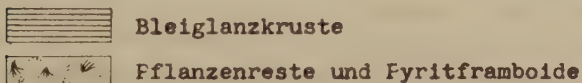


Abb.7 Modellversuch zur syngenetischen Schwermetallfällung. Vereinfacht zusammengestellt nach den Versuchen von R.SUCKOW und W.SCHWARTZ (1968).

Sulfat aus dem Meerwasser in die reduktive Zone der Schlämme. Dort wird das Sulfat entsprechend dem oben gegebenen Schema in Sulfid umgewandelt und diffundiert als solches wieder zurück in die oxidierende Zone.

Im Grenzbereich oxidierende Zone/reduzierende Zone können dann bei genügend hoher Metallionenkonzentration Metallsulfide ausgefällt werden.

Die bleiführenden Horizonte der oberpfälzer Trias liegen alle im Übergangsbereich zwischen der karbonatisch- tonigen Beckenfazies und der grobsandigen Randfazies.

Am eindrucksvollsten tritt diese fazielle Kontrolle am Beispiel der Wollau- Eichelberger Bleivererzung auf.

H.HAUNSCHILD (1955) unterscheidet hier:

stark tonige Normalfazies

tonig- sandige Übergangsfazies

stark sandige Randfazies

Die Bleierze konzentrieren sich in der tonig- sandigen Übergangsfazies (Abb.8, S.23).

Innerhalb der stark sandigen Randfazies sind die Bedingungen zur Ausbildung reduktiver Milieubereiche offensichtlich nicht gegeben. Es kann sein, daß es sich bei den Sanden der Randfazies schon um terrestrische Sedimente handelt, wenn man berücksichtigt, daß die Wollau- Eichelberger Estherienfazies auf Grund der vorhandenen Steinsalzpsedomorphosen Küstenbereich war.

Eine generelle Abgrenzung des marinen vom terrestrischen Bereich ist für die verschiedenen Stufen der Trias bisher nicht möglich.

Innerhalb der Beckenfazies muß bereits mit so großen Wassertiefen gerechnet werden, daß Bleikonzentrationen, die für die syngenetische Lagerstättenbildung erheblich über dem Durchschnittsbleigehalt des Meerwassers (0.003 ppm Pb nach E.D.GOLDBERG, 1954) liegen müssen, nicht zu erwarten sind.

Beckenfazies

Randfazies

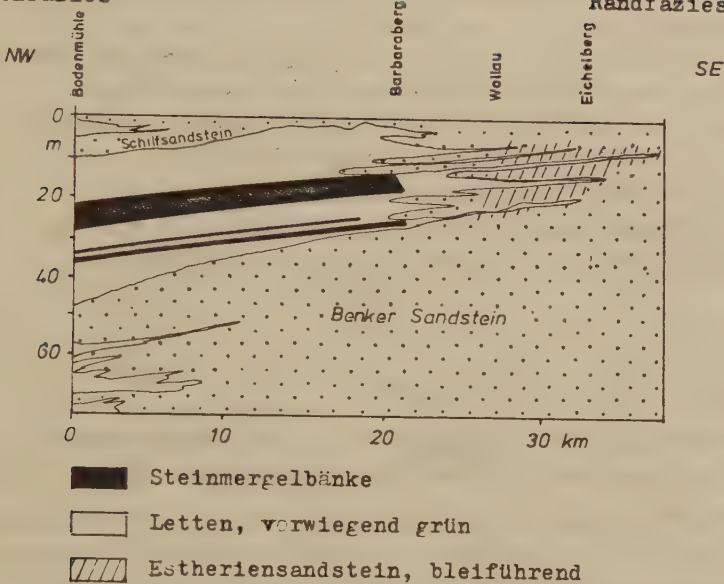


Abb.8 Fazieswechsel und Bleiführung der Estherienschiefer bei Wollau/Eichelberg.

(nach B.SCHRÖDER, 1972, etwas verändert)

Die sulfidischen Bleivererzungen sind an ehemals reduktive Schlammhorizonte gebunden. Die Beteiligung von Bakterien an der Sulfidfällung gilt auf Grund der Beobachtung von Pyritframboiden, organischem Kohlenstoff und der deutlichen Übereinstimmung der Erzverteilung mit den Laborversuchen zur syngenetischen Schwermetallfällung von R. SUCKOW und W. SCHWARTZ (1968) als äußerst wahrscheinlich.

Die Beobachtung von Steinsalzpsedomorphen lässt auf eine zusätzliche Konzentration von Bleionen während der Eintrocknung schließen.

Aus diesen Gründen ist die Genese der triassischen Blei-

lagerstätten der Oberpfalz als syngenetisch sedimentär zu deuten.

Die Vererzung ist zu den Lagerstätten des Schwefelkreislaufs zu stellen, wobei marines Milieu vorherrschend gewesen sein dürfte. Sie fallen somit nicht in die Gruppe von Lagerstätten der ariden Konzentration, in die sie H.SCHNEIDERHÖHN (1962) einreicht.

Primäre Vererzungen in Form von Imprägnationen aus dem Grundwasserbereich sind ebenfalls auszuschließen.

Die Bleivererzung von Freihung

Die Freihunger Bleivererzung ist an den oberen Muschel-sandstein und/oder unteren Keuper gebunden (H.GUDDEN, 1966).

Das Haupterz besteht in Freihung aus Cerussit. Nur untergeordnet tritt in Begleitung von Pflanzenhäcksel führenden grünen und grauen Letten oder auch als Vererzung von Koniferenresten Bleiglanz auf.

Diese sulfidischen Erze sind mit den Sulfiderzen von Wollau/Eichelberg identisch. Sie sind somit ebenfalls an ehemals reduktive Schlämme gebunden, wobei auch hier die charakteristischen Pyritframboide in pflanzenhäckselreichen Partien auftreten.

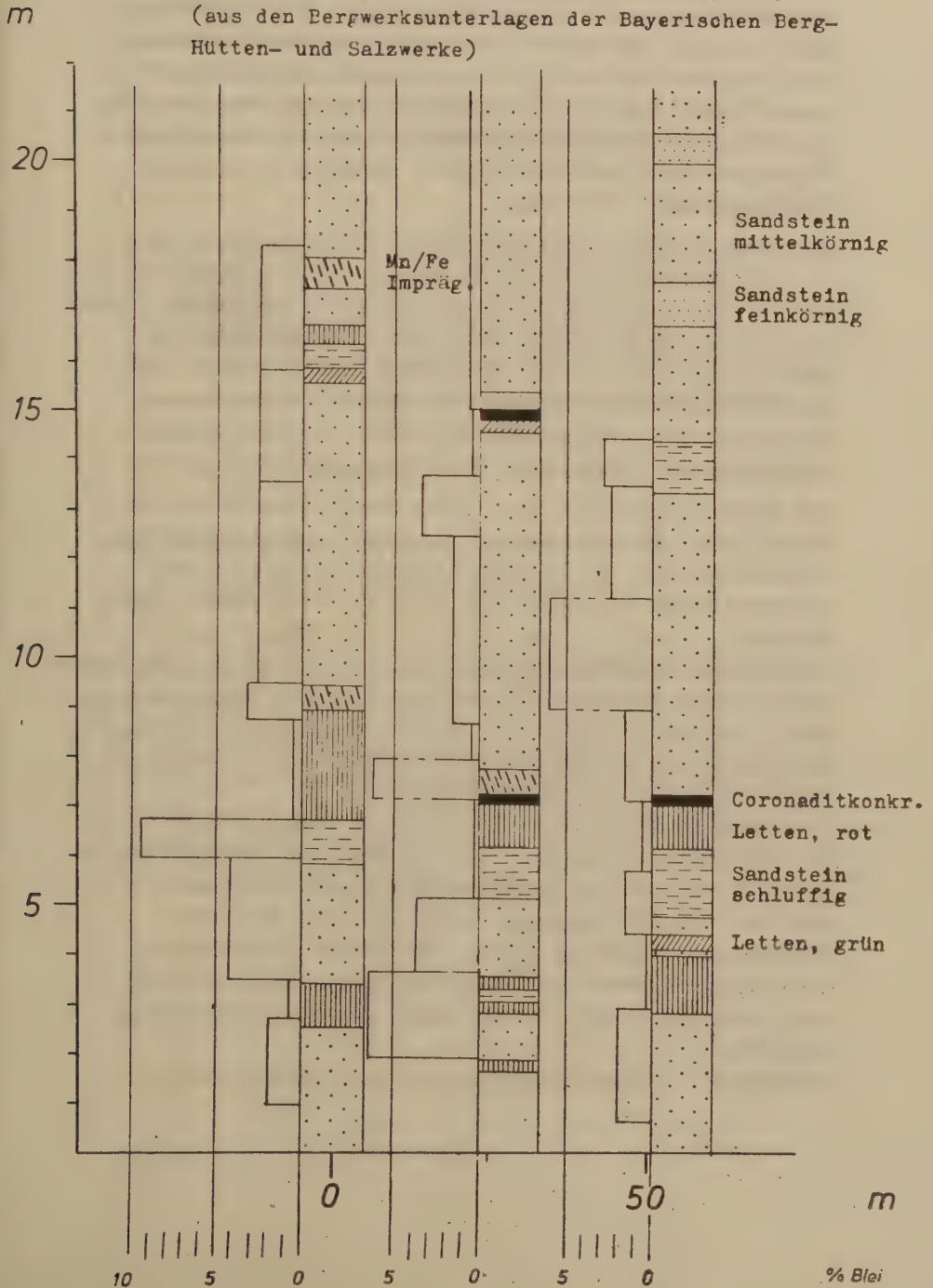
Damit dürfte die Bleisulfid-Fällung auf die gleiche Genese zurückzuführen sein, wie dies bei der Vererzung von Wollau-Eichelberg bereits diskutiert wurde.

Sekundär haben sich aus Bleiglanz gewaltige Mengen Cerussit gebildet. Zahlreiche Pseudomorphosen von Cerussit nach Bleiglanz bestätigen dies (Abb.2 Taf.1).

Der Cerussit ist in manchen Sandsteinen bis zu über 50% angereichert. In diesen Erzen ist Quarz und Feldspat stark verdrängt worden (Abb.3/4 Taf.2).

Es muß also ein gewaltiger Lösungsumsatz innerhalb der Lagerstätte abgelaufen sein.

Abb.9 Profile aus dem Bleibergwerk Freihung. Ob. Muschel-
sandstein und/oder unt. Keuper (H.GUDDEN, 1966).
(aus den Bergwerksunterlagen der Bayerischen Berg-
Hütten- und Salzwerke)



Ob sich tatsächlich der gesamte Cerussit aus Bleiglanz gebildet hat, läßt sich natürlich nicht mehr nachweisen, zumal auch das ehemalige Bergwerk nicht mehr zugänglich ist. Immerhin ist auf Grund der zahlreichen Pseudomorphosen von Cerussit nach Bleiglanz, und der Tatsache, daß die wenigen Sulfiderze genetisch mit den Wollauer Erzen übereinstimmen, mit einem ehemals wesentlich höheren Bleiglanzgehalt zu rechnen.

Der Zeitpunkt der Cerussitisierung des Bleiglanzes kann mit der Kaolinisierung der Kalifeldspäte zusammengefallen sein. Dafür spricht die Tatsache, daß der Freihunger Lagerstättenteil kaolinisiert ist, nicht aber das Hangende und das Liegende. Als weiterer Hinweis kann gelten, daß die Kalifeldspäte im Bereich der Wollau- Eichelberger Bleivererzung nicht kaolinisiert sind; ebenso fehlt dort die weiträumige Umwandlung des Bleiglanzes in Cerussit.

Das häufige Auftreten von Coronaditkonkretionen (Abb.9, S. 25) setzt die Anwesenheit von blei- und manganhaltigen Lösungen voraus. Da Coronadit ebenso wie Cerussit die Silikate stark verdrängt hat, gilt er als sekundär imprägniert.

Die bei der Kaolinisierung des Kalifeldspates frei werdenden Manganmengen können, falls sie nicht sofort wieder quantitativ vom Kaolin adsorbiert werden, zur Coronaditbildung beitragen. Der Mangangehalt der Triaskalifeldspäte liegt zwischen 29 und 34 ppm (32 Proben).

Gleichzeitig kann Bleiglanz in Lösung gegangen sein.

Die große Menge des Bleis wird in Form von Cerussit wieder gefällt, wie das die Gefügebeobachtungen bestätigen.

Ein Teil der Bleitionen muß jedoch für die Coronaditbildung zur Verfügung stehen. Aus diesem Zusammenspiel von Kaolinisierung des Feldspates und Cerussitisierung des Bleiglanzes läßt sich zwanglos die Coronaditbildung herleiten.

Natürlich ist dieses Schema nicht eindeutig zu belegen.

Berücksichtigt man aber, daß in den verfallenen Stollen bei Wollau Coronaditkonkretionen nicht beobachtet werden (frdl. mdl. Mitt. H.Heißbauer, 1975), so scheint das oben gegebene Schema durchaus möglich, da in den Estherien-schichten von Wollau/Eichelberg Kaolinisierung der Kalifeldspäte, wie auch die Cerussitisierung des Bleiglanzes fehlen.

Für die genetische Einstufung der Freihunger Lagerstätte sind folgende Parameter zu beachten:

- völliges Übereinstimmen der wenigen, noch erhaltenen Sulfiderze mit den Wollau/Eichelberger Bleiglanzerzen.
- die weiträumige Kaolinisierung des Lagerstättenhorizontes.
- die nahezu vollständige Cerussitisierung des Bleiglanzes.
- die epigenetische Verdrängung von Quarz durch Cerussit.
- die epigenetische Bildung von Coronadit.

Aus diesen Gründen ist die Freihunger Bleivererzung als epigenetische Verwitterungslagerstätte einer primären Sulfidvererzung des Wollauer Typs zu deuten.

Für eine hydrothermale Zufuhr des Bleis, wie sie von E.KOHLER (1903) gefordert wird, ergeben sich keinerlei Hinweise. Auch die von H.TILLMANN (1958) teilweise in Betracht gezogene mechanische Sedimentation von Bleiglanz läßt sich nicht nachweisen.

Die Bleiführung des unteren Muschelsandsteins bei
Grafenwöhr.

Die gelegentliche Bleierzführung innerhalb des älteren, unteren Muschelsandsteins wird schon von F.HEIM (1936) beschrieben. Er erwähnt in den Steinbrüchen beim "Netza-berg" bis zu 5cm starke Einsprengungen von Bleiglanz.

Mit Hilfe von Natrium-Rhodizonatlösung konnte eine schwache Bleiführung des Steinbruches am Ortsausgang von Grafenwöhr an der Straße nach Pressath nachgewiesen werden.

Die fazielle Abfolge des unteren Muschelsandsteins von fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen und graugrünen, schluffigen Letten, welche reichlich Pflanzenhäcksel führen, gleicht hier sehr den Estherienschiefern bei Wollau/Eichelberg. Auch das Auftreten von Steinsalzpsedomorphosen weist auf eine Ähnliche Entwicklung hin.

Allerdings ist die primäre Bleiglanzvererzung hier ebenso wie in Freihung durch nachträgliche Kaolinisierung und die sie immer begleitende Cerussitisierung weitgehend weggelöst worden und hat sich in Form von Cerussit im Sandstein verteilt.

In den Profilen (Abb.10, S.29) wird deshalb die direkte Abhängigkeit der Bleivererzung von dem ehemals reduktiven Milieu der grünen, schluffigen Letten nicht deutlich.

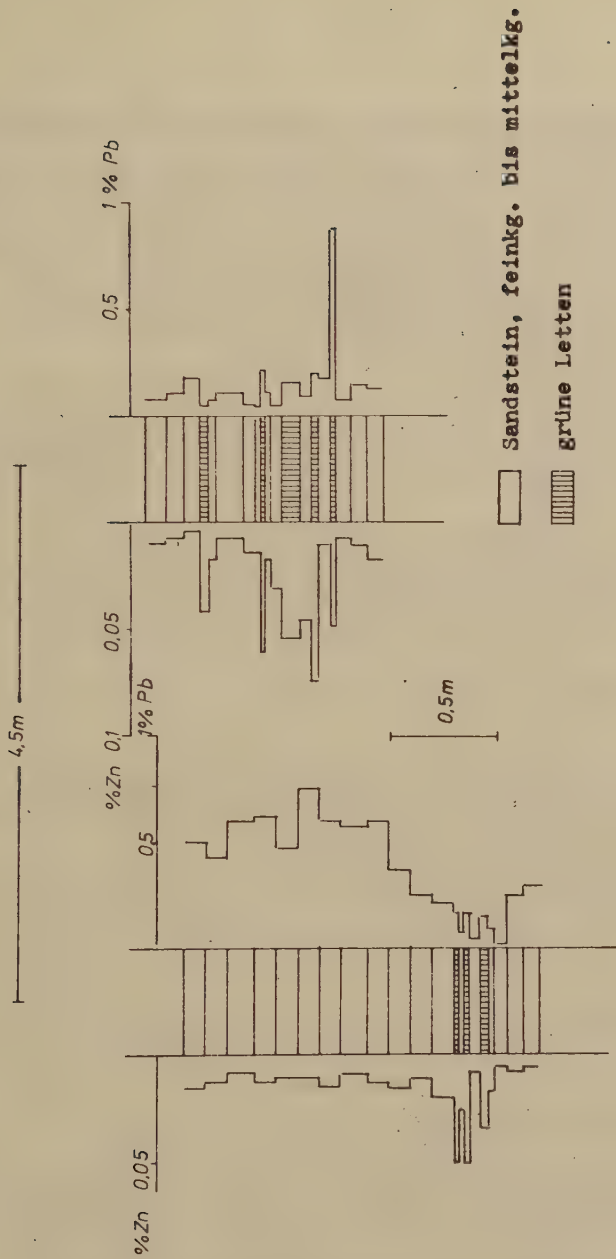


Abb.10 Bleiführung des unteren Muschelsandsteins am nördlichen Ortsausgang von Grafenwöhr.

Untersuchungen bei Silbergrub, südöstlich von Weissenberg.

Auf Grund eines von E.KÖHLER (1902) zitierten Gutachtens des Bergdirektors R.HÄRCHE, demzufolge die Sandsteine der Rhät-Lias-Übergangsschichten in den heute zum großen Teil verfallenen Steinbrüchen Bleiglanz führen sollen, wurden auch dort Untersuchungsarbeiten angestellt.

Die Ergebnisse waren durchwegs negativ.

Weder die Sandsteine selbst, noch Mangankonkretionen oder Moorerden, welche auch bei geringfügiger Vererzung Bleigehalte von einigen hundert ppm haben sollten, zeigen Anomalien.

Interessant ist eine chemische Analyse des Herrn Dr.KELLERMANN in Wunsiedel, die dem oben zitierten Gutachten entstammt. Es soll sich um eine "nahe der Oberfläche des Bodens entnommene Bleierzprobe" handeln:

Blei: 84.78%; Silber: 0.09%; Antimon: 0.43%; Eisen: 0.23%; Schwefel: 13.44%; Gangart: 0.12%;

Auf Grund dieser Analyse scheint es sehr zweifelhaft, ob diese Bleierzprobe tatsächlich dem Rhät-Lias-Übergangssandstein um Silbergrub entstammt:

Ein Silbergehalt von 900ppm scheint für sedimentäre Bleiglanze relativ hoch. Bleiglanze von Freihung und Wollau haben nach eigenen Analysen Silbergehalte bis maximal 450ppm.

Ein Antimongehalt von 0.43% ist für sedimentären Bleiglanz in Sandsteinen allerdings unwahrscheinlich.

H.ZIEHR und F.JAKUBEC (1967) geben für Bleiglanz aus Freihung maximal 10ppm Antimon an.

Es liegt die Vermutung nahe, daß es sich bei der Probe um ein hydrothermales Erz aus dem nahen Grundgebirge gehandelt hat, zumal auch der Anteil der Gangart nur 0.12% betrug. Eine äußerst komplizierte Aufbereitung

der gewöhnlich stark mit Quarz und Feldspat verwachsenen sedimentären Bleiglanzerze ist dem Herrn Dr. Kellerman wohl nicht zu unterstellen.

Die Möglichkeit einer Bleivererzung bei Silbergrub ist zwar nicht einwandfrei zu widerlegen, es ergeben sich aus den Untersuchungen aber doch starke Zweifel.

Der Bleigehalt der Kalifeldspäte und die Herkunft der Bleilösungen.

Da sich für eine hydrothermale Zufuhr des Bleis, wie sie von E.KOHLER (1902) vertreten wird, keinerlei Hinweise ergeben, muß das kristalline Grundgebirge östlich und südlich der Weidener Bucht als Bleilieferant betrachtet werden, also das metamorphe Saxothuringikum der Oberpfalz und das Moldanubikum.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß das heute an der Grenze zu den Sedimenten der Weidener Bucht anstehende Kristallin während der Trias zum großen Teil unter sedimentärer Überdeckung lag, so daß die bleiführenden Sedimente weiter östlich anstehendem Kristallin entstammen dürften.

Vorherrschende Gesteine des Kristallins sind:

Spätvaristische Granite der Falkenberger-, Leuchtenberger- und Flossenbürger Granitmassive, sowie der Naabgranit.
Cordierit - Sillimanitgneise.
Biotitgneise.

In all diesen Gesteinen zählt der Kalifeldspat mit zu den am stärksten bleiführenden Mineralen.

Um einen Überblick über den Bleigehalt der Kalifeldspäte zu bekommen, wurden aus verschiedenen stratigraphischen Horizonten des Mesozoikums Kalifeldspäte isoliert und analysiert.

Probenaufbereitung:

Das Probenmaterial, Sande und lockere Sandsteine, wird bei einer Maschenweite von 1mm gesiebt (falls nötig, wird vorher im Backenbrecher heruntergebrochen).

Die mit der Pinzette herausgesuchten Feldspäte haben also mindestens einen Durchmesser von einem Millimeter. Damit wird vermieden, daß kleine, schon stark zersetzte Feldspäte analysiert werden.

Mit Hilfe von Anfärbemethoden, und röntgenographischen Untersuchungen lassen sich die Kalifeldspäte vom Plagioklas trennen. Im Mörser werden die Kalifeldspäte zerkleinert und zehn Minuten lang in Königswasser gekocht. Damit können Oberflächen- und Spaltflächenverunreinigungen in Lösung gebracht werden. Die Reinheit des Feldspatpulvers wird anschließend unter dem Mikroskop überprüft.

Ergebnisse:

Die Bleigehalte der Kalifeldspäte liegen in der Trias des Untersuchungsgebietes bei durchschnittlich 92ppm, ohne daß Maxima in bestimmten stratigraphischen Horizonten auftreten. Auch die zum Vergleich aus der etwa 40km weiter südlich anstehenden Trias der Bodenwöhrer Bucht entnommenen Proben zeigen mit durchschnittlich 90ppm gleiche Gehalte.

Bleianalysen von Kalifeldspäten:

H.WEDEPOHL 1956	H.M.KÖSTER 1974	v.SCHWARZENBERG 1975	
23 Proben	4 Proben	32 Proben	4 Proben
3-80 ppm		82-128 ppm	86-93 ppm
Ø 28 ppm	Ø 106 ppm	Ø 92 ppm	Ø 90 ppm
Magmatite Europa/USA	m.Btsdst. Hirschau	Trias Weidener Bucht	Keuper Bodenwöhrer Bucht

Verglichen mit den von H.WEDEPOHL (1956) angegebenen Kalifeldspatanalysen, sind die Bleigehalte der Triaskalifeldspäte des Untersuchungsgebietes sehr hoch.

Die Herkunft des Lagerstättenbleis aus dem Verwitterungszyklus der Granite und Gneise scheint bei den hohen Bleigehalten der Kalifeldspäte denkbar.

H.M. und S.KÖSTER (1964) leiten das Lagerstättenblei vom Kaolinisierungsprozess der Triasarkosen her:

Das während der Kaolinisierung von Kalifeldspäten frei werdende Blei wird sehr rasch an der Kaolinoberfläche adsorbiert. Bildet sich während der quantitativen Verwitterung des Kalifeldspats nur wenig Kaolin ($\sim 5\%$), so kann dieses Kaolin nicht die gesamte Bleimenge adsorbieren, zumal auch andere Ionen, die ebenfalls im Kalifeldspatgitter eingebaut werden, konkurrieren.

Zu diesen Ionen gehören Aluminium, Mangan, Barium, Zink und Kalzium. Es wird also ein Teil des aus den Kalifeldspäten frei gewordenen Bleis zur Lagerstättenbildung verfügbar sein und sich dort ansammeln, wo es durch Sulfid- oder Karbonationen gefällt wird (H.M. u. S.KÖSTER, 1964).

Dem ist entgegenzuhalten:

Die Voraussetzung, daß bei geringer Kaolinbildung der Kalifeldspat trotzdem nahezu quantitativ verwittert, trifft nicht zu. H.M. u. S.KÖSTER (1964) und H.M.KÖSTER (1974) stellen in diesem Zusammenhang folgende Beziehung zwischen Kaolin- und Kalifeldspatgehalt einiger Triasarkosen auf:

	Hirschau	Scharhof	Schnaittenbach	Freihung
Kaolinit	13%	15%	20%	7%
Feldspat	7%	5%	-	10%

Aus diesen Angaben geht eindeutig hervor, daß bei quantitativer Kalifeldspatverwitterung (Scharhof) sehr viel Kaolin gebildet wird (20%). Liegt in der Arkose wenig Kaolin vor, so ist auch weniger Kalifeldspat verwittert (Freihung).

Die von H.M.u.S.KÖSTER (1964) geforderte quantitative Kalifeldspatverwitterung bei gleichzeitiger Bildung von maximal 5% Kaolin läßt sich nicht beobachten.

Aus diesem Grunde ist mit überschüssigen Bleilösungen im Sinne von KÖSTER nicht zu rechnen.

Da die Bleivorkommen in der Trias der Weidener Bucht grundsätzlich an pflanzenführende Schichten in verschiedenen stratigraphischen Horizonten gebunden sind, ist damit zu rechnen, daß Bleilösungen während der gesamten Trias zur Lagerstättenbildung vorhanden waren, aber räumlich und zeitlich nur dann ausfielen, wenn das geeignete reduktive Milieu ausgebildet war.

Die von H.M.u.S.KÖSTER (1964) geforderten Bleirestmengen müßten somit zumindest während Muschelkalk und Keuper räumlich wie zeitlich ständig vorhanden gewesen sein. Die dazu erforderliche, quantitative Kalifeldspatverwitterung bei einer Kaolinbildung von maximal 5% entsprechend der KÖSTER'SCHEN Theorie, läßt sich im Raum der Weidener Bucht aber nicht beobachten.

Ob die bleihaltigen Lösungen tatsächlich von der Verwitterung anstehender Granite und Gneise herzuleiten sind, ist zu bezweifeln. Die Entfernung der heutigen Bleilagerstätten von ihrem ehemaligen kristallinen Hinterland dürfte auf Grund der einstigen Überdeckung des Kristallins durch Triassedimente erheblich gewesen sein. W.A.SCHNITZER (1957) nahm für den Buntsandstein aus dem Raum Kronach bei einem mittleren Korndurchmesser von 1.Cmm eine Transportweite von mindestens 90km an.

Nach H.HAUNSCHILD (1955) hat der bleiführende Estherien-sandstein bei Wollau/Eichelberg einen mittleren Korndurch-

messer von 0.35mm. Es kann also hier mit noch wesentlich größeren Transportweiten gerechnet werden.

Über eine derart große Distanz dürfte aber ein Großteil der bei der Granitverwitterung in Lösung gegangenen Bleitionen bereits wieder ausgefällt worden sein.

K.H.WEDEPOHL (1956) vermutet, daß durch Adsorptionsprozesse an ständig in Flüssen vorhandener Trübe ein Großteil der Bleitionen wieder abgefangen wird.

Auch muß man berücksichtigen, daß bei der Granitverwitterung während des triassisch ariden Klimas zunächst hauptsächlich die Zerstörung des Kornverbandes erfolgte, und nur untergeordnet die chemische Verwitterung wirksam war. Anders wären die mächtigen, feldspatreichen Arkosen des Buntsandstein und Muschelkalk nicht zu erklären.

Man darf also nicht mit besonderen Bleikonzentrationen der granitischen Verwitterungslösungen rechnen.

Die Bleilösungen, die zur endgültigen Lagerstättenbildung führten, können aus der quantitativen Verwitterung der Kalifeldspäte von Triasarkosen hergeleitet werden, ohne daß dabei jemals Kaolin gebildet worden ist.

Diese Arkosen müssen während der Kalifeldspatverwitterung umgelagert worden sein, da sich andernfalls Kaolin gebildet hätte, wie dies alle in situ verwitternden Arkosen der Weidener Bucht zeigen. Damit würden aber alle aus dem Kalifeldspatgitter frei werdenden Bleitionen sofort an der Kaolinitoberfläche adsorptiv fixiert.

Auch die, während der Verwitterung von Arkosen, ins Meer gelangten Lösungen dürften noch nicht genügend an Blei angereichert gewesen sein, um das Ausfallen von Bleiglanz zu ermöglichen. Erst in Lagunenbereichen, die zeitweise vom Meer abgeschnitten waren und trocken fielen (Steinsalzpseudomorphosen innerhalb der Estheriensichten am Berghäusl bei Döllnitz, sowie im unteren Muschelsandstein bei Grafenwöhr), können die Konzentrationen so hoch ange-

stiegen sein, bis das Löslichkeitsprodukt des Bleiglanzes erreicht war, wobei natürlich die Anwesenheit einer genügend hohen Sulfidionenkonzentration gegeben sein mußte.

Bei der Kalifeldspatverwitterung gehen außer Blei auch andere Ionen in Lösung. Hier seien einige kurz diskutiert:

Die Zinkgehalte der Kalifeldspäte liegen zwischen 38- und 51 ppm (32 Analysen). Man könnte also erwarten, daß der Zinkblendegehalt in den Bleisulfiderzen wesentlich höher liegt, als der zu beobachtende Wert von 0.1%. Da dies nicht der Fall ist, muß man annehmen, daß das Zink schon sehr bald nach der Verwitterung von Kalifeldspäten in neu gebildeten Tonmineralen eingebaut wird, die dann in der Beckenfazies abgelagert werden. Die in diesem Zusammenhang analysierten Letten vom Barbaraberg (Estherien-schichten, siehe dazu Abb.8, S.23) weisen einen Zinkgehalt von 90 - 145 ppm auf, bei einem Bleigehalt von lediglich 15ppm. Es sei hier noch einmal an den Bleigehalt der Kalifeldspäte erinnert, der bei durchschnittlich 92ppm liegt.

Die Kupfergehalte der Kalifeldspäte sind mit 5 bis 10ppm sehr niedrig. Man kann deshalb auch nicht erwarten, daß in den Bleierzen mit größeren Kupferkonzentrationen als den bereits beschriebenen geringfügigen Covellindurchstauungen zu rechnen ist.

Die Bariumgehalte der Kalifeldspäte liegen nach den Untersuchungen von H.M.KÖSTER (1974) bei 3850ppm. Der größte Teil des Bariums wird offensichtlich weggeführt. Nur ein geringer Anteil fällt als Baryt aus. Dieser läßt sich besonders am Eichelberger Fahrweg in Estherien- und Lehrbergschichten nachweisen. Allgemein ist Baryt als Schwermineral in den triassischen Sandsteinen der Oberpfalz und Frankens öfters anzutreffen.

Der aus dem Kalifeldspatgitter frei werdende Mangangehalt liegt bei durchschnittlich 32ppm. Häufig wird das Mangan in Form von Psilomelan in den Sandsteinen wieder ausgefällt. In der Nähe von Bleivererzungen (Freihung) sind Coronadit-

konkretionen nicht selten ($\text{Pb}_2\text{Mn}_2\text{Mn}_6\text{O}_{18}$).

Die Eisengehalte von Kalifeldspäten aus Hirschau gibt H.M.KÖSTER (1974) mit 1810 ppm (Fe_2O_3) an.

Das bei der Verwitterung der Kalifeldspäte in Lösung gehende Eisen wird, außer dem Anteil, der in das Meer abgeführt wird, in Form von Limonitkonkretionen in den Sandsteinen fixiert. Nur untergeordnet tritt in den Bleisulfidvererzungen Pyrit auf.

Untersuchungen an Mooreerden

Die adsorptive Wirkung von Humussubstanzen auf Schwermetallionen ist schon seit langem bekannt.

Bereits 1824 werden aus Irland Mooreerden erwähnt, die genügend Kupfer zur wirtschaftlichen Gewinnung enthalten. Zur gleichen Zeit werden in Schottland Mooreerden, die mit Blei und Zink angereichert waren, in der Nähe von Blei- und Zinkerz führenden Gängen gefunden (A.LEVINSON, 1974).

Zunächst werden aus dem Lagerstättenbereich um Freihung Mooreerden untersucht. Am geeignetsten sind hier die Mooreerden westlich des "Stollenbrunnels", da die Bleigehalte der dortigen Quelle mit 2.5ppm Pb sehr hoch liegen.

Die Mooreerden erweisen sich mit durchschnittlich 2% Blei als stark vererzt. Dieser Wert kann bei der Prospektion zunächst als Standardwert betrachtet werden, da er sich auf einen bekannten Lagerstättenbereich bezieht.

Das Moorgebiet zwischen Grafenwöhr, Pressath und Eschenbach erwies sich als bleiarm (um 100 ppm Pb).

Auch Mooreerden aus dem Raum Hirschau/Schnaittenbach zeigen keine nennenswerten Bleigehalte. Lediglich im Bereich des Manteler Waldes (westlich Weiden) führen die Mooreerden reichlich Blei.

Einen Überblick über die Schwerelementführung verschiedener Mooreerden des Arbeitsgebietes gibt die Tabelle auf der nächsten Seite.

Schwerelementführung einiger Mooren aus der Oberpfalz

	Pb %	Cu ppm	Zn ppm	Fe %	Co ppm	Cr ppm	Ni ppm	Cd ppm	Mn ppm	V ppm
Freihung 1	1.7	70	130	0.22	20	17	10	-	18	
Freihung 2	2.0	60	80	0.20	21	15	9	1	17	
Manteler Wald 1	2.6	400	250	0.15	18	16	12	2	9	
Manteler Wald 2	8.7	40	175	0.35	27	19	10	-	25	
Manteler Wald 3	1.1	50	110	0.20	13	7	9	1	12	
Manteler Wald 4	1.0	50	120	0.16	21	12	9	1	26	40
Manteler Wald 5	4.3	40	135	0.12	20	18	6	-	20	1
Manteler Wald 6	0.08	35	115	0.13	15	16	5	1	15	20
Moor N Grafenwöhr 1	0.009	45	80	0.18	14	11	8	-	19	
Moor N Grafenwöhr 2	0.006	40	70	0.21	17	15	10	-	17	

Die Moergebiete des Manteler Waldes liegen meist zwischen flachen Höhenrücken und werden immer von kleinen Bächen und Gräben durchzogen. Ihre Mächtigkeit liegt zwischen 1m und 2m.

Eine Abhängigkeit des Bleigehaltes von der Tiefe tritt nicht auf, wenn man die obersten 10cm unberücksichtigt läßt. Dies hängt mit der stark unterschiedlichen Permeabilität der Erden zusammen, so daß zum Teil oberflächen-nahe Erden höhere Bleigehalte haben als tiefer liegende Proben aus demselben Profil.

Zur Untersuchung der Fixierung des Bleis in den Moorerden wurden verschiedene Versuche durchgeführt:

Adsorptionsversuch mit Moorerden

Ziel des Versuches ist es, den maximalen adsorptiven Bleigehalt von Moorerden zu bestimmen. Die dazu verwendete Moorerde stammt aus dem Mooregebiet nördlich von Grafenwöhr. Ihr natürlicher Bleigehalt beträgt 70ppm.

Die getrockneten Moorerden werden in der Scheibenschwingmühle 30sec lang gemahlen. Je 1gr Erde wird mit 400ml Bleinitratlösung unterschiedlicher Konzentration versetzt und eine Stunde lang mit Hilfe des Magnetrührers gerührt. Der pH-Wert der Lösung wird mit konzentrierter Salpetersäure auf 4.0 eingestellt (dies entspricht dem in der Natur gemessenen Wert). Während des Versuchsablaufes bleibt der pH-Wert nahezu konstant (± 0.1). Ein einfacheres Puffersystem wird absichtlich vermieden, um die Adsorption des Bleis nicht durch zusätzliche Anionen zu stören. Nach dem Rühren wird der Restbleigehalt der jeweiligen Lösungen, wie auch die mit Blei angereicherte Moorerde gemessen. Das Versuchsergebnis geht aus Abbildung 11 (Seite 40) hervor. Der maximal zu adsorbierende Bleigehalt beträgt 16.4%.

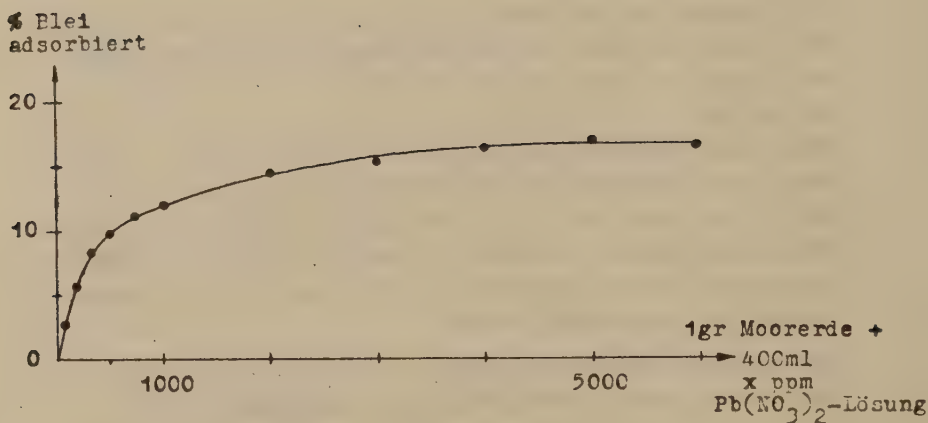


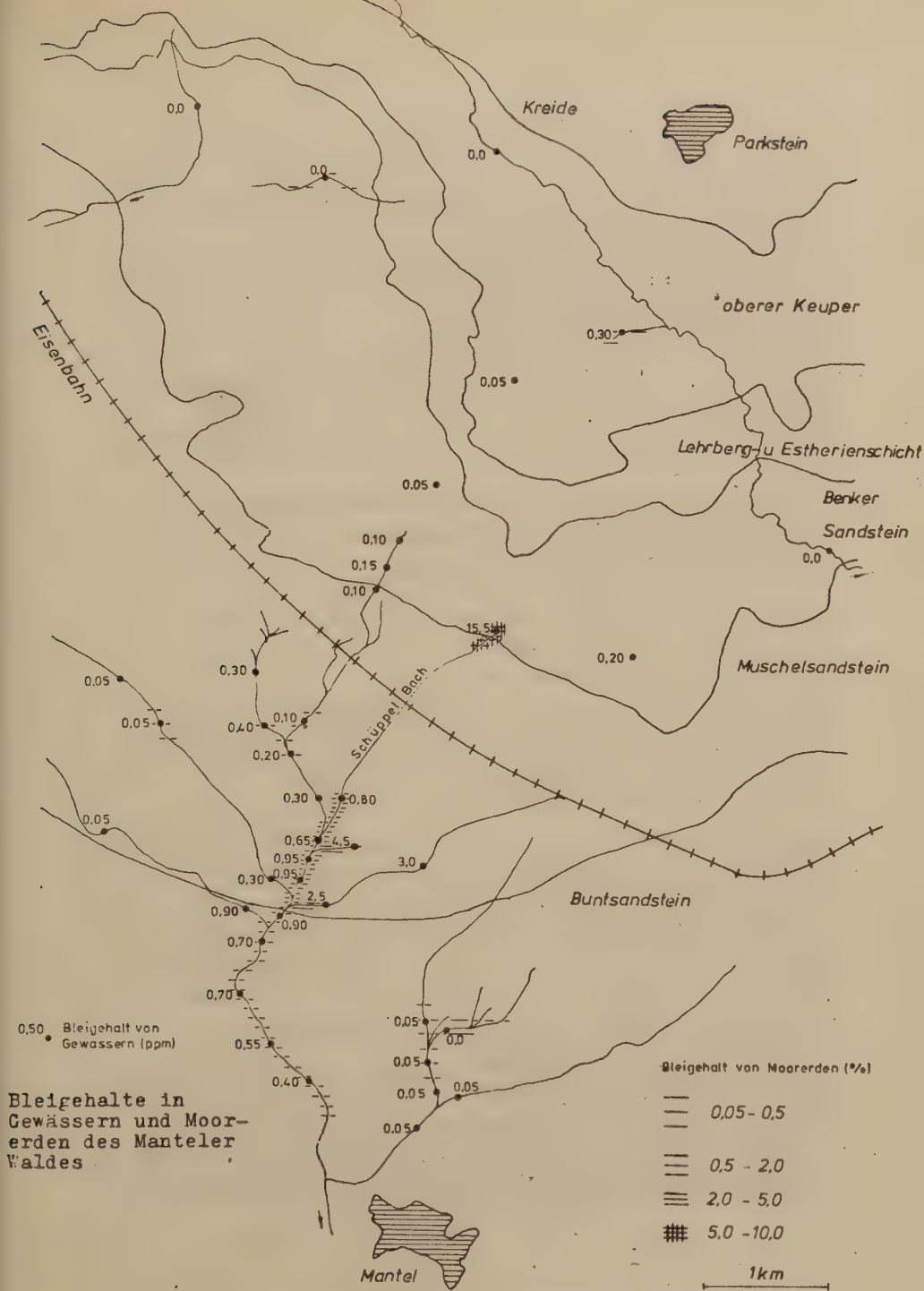
Abb. 11 Adsorption von Blei an Moorerden

Der höchste gemessene Bleigehalt an Moorerden des Manteler Waldes beträgt 10.5% (der Durchschnitt liegt bei 1% bis 2%). Die Moorerden sind also noch nicht gesättigt. Die ständige Zufuhr bleihaltiger Wässer aus den quartären Überdeckungen der Trias, läßt hier rezente Lagerstättenbildungsprozesse von gewaltigem Ausmaß ablaufen. In diesem Zusammenhang muß man berücksichtigen, daß die Anreicherungsverfahren sicher erst vor etwa 10000 Jahren begonnen haben.

Den engen Zusammenhang zwischen Bleigehalt im Wasser und der Bleiführung von Moorerden zeigt die Abbildung 12 auf Seite 41.

Bei Adsorptionsversuchen mit Braunkohlen konnten E.ROSHKOVA und O.V.SCHTSCHERBAK (1956) 11.3% Blei adsorbieren.

Der obige Adsorptionsversuch gibt natürlich nur eine grobe Annäherung an die Bedingungen der Natur wieder. Um die Naturbedingungen besser nachzuahmen, müßten zahlreiche Versuche mit folgenden Parametern durchgeführt werden:



Variable pH- und Eh-Werte

Zusätzliche Adsorbenda, wie Eisen, Kupfer und Zink in verschiedenen Verhältnissen.

Variables Verhältnis: Adsorbendum/Adsorbens, bis hin zu den natürlichen Bedingungen.

Zeitfaktor, Temperatur.

Chemische Zusammensetzung der Erden.

Dies konnte jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit sein.

pH- und Eh-Messungen an Gewässern und Moorerden.

Die Untersuchungen wurden mit einem Taschen- pH- Redox-Tester, Modell pH 54/RT durchgeführt.

Die pH-Werte der Bäche und Quellen im Manteler Wald schwanken zwischen 3.8 und 4.7. Ihr Redoxpotential liegt zwischen 290mV und 450mV.

Unter Berücksichtigung der von H.H.SCHMITT (1962) wiedergegebenen Stabilitätsbereiche verschiedener Bleiminerale in Abhängigkeit von pH- und Eh-Werten (Abb.12, S.43) lassen sich folgende Aussagen machen:

Primäre Bildung von Cerussit und Bleiglanz ist in den Moorerden des Untersuchungsgebietes nicht möglich. Das trifft wohl grundsätzlich für Mooregebiete zu. (Die allgemein nicht selten zu beobachtende Bleiglanzföhrung von Braunkohlen geht auf die, während der Diagenese eintretende Erniedrigung des Redoxpotentials zurück, bei gleichzeitigem Freiwerden von Schwefel der organischen Substanz).

Möglich wäre eine Ausfällung als Anglesit. Der Schwefelgehalt der Moorerden (0.062%) reicht allerdings nicht aus, um einen Bleigehalt von etwa 10% in Form von $PbSO_4$ abzusättigen, wenn man noch dazu berücksichtigt, daß offensichtlich der gesamte Schwefel an die organische Substanz ge-

bunden ist. Dies bestätigt eine Analyse bleifreier Moor-
erden mit 0.067% Schwefelgehalt.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß der
Schwefelgehalt mit Bleiglanz vererzter Hölzer, wie sie
in den Freihunger- und Wollauer Lagerstätten häufig sind
und weltweit in Lagerstätten ähnlichen Typs auftreten,
sicher nicht aus der ehemaligen Holzsubstanz stammen kann.
Die Schwefelgehalte der Hölzer sind dazu viel zu niedrig
(<0.1% Schwefel).

Dringen die oxidierenden Grund- und Bachwässer in Moor-
erden ein, so verlieren sie einen Teil ihrer oxidierenden Wirkung.

Die adsorptive Bindung des Bleis an die Moor-
erden erscheint auf Grund des Laborversuches, sowie des Ausschei-
dens von Anglesit, in dessen Stabilitätsbereich die Fixie-
rung des Bleis fällt, als äußerst wahrscheinlich.

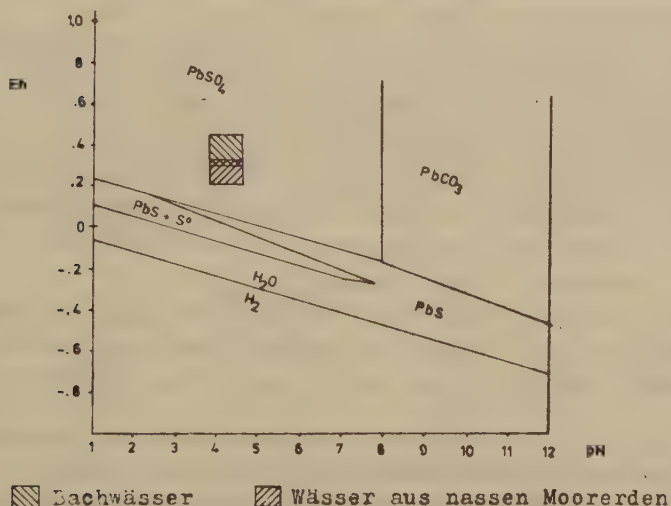


Abb.12 Stabilitätsbereiche einiger Bleiverbindungen in
Abhängigkeit von pH- und Eh-Werten aus H.M.
SCHMITT (1962). pH- und Eh-Werte von Bach- und
Moorwässern des Manteler Waldes.

Prospektion auf Blei im Manteler Wald.

Bereits H.HEISSBAUER (1947, und frdl. mdl. Mitt. 1975) hat im Bereich des "Sauhübels" nördlich Mantel Mangan-Bleikonkretionen in Muschelsandsteinaufschlüssen gefunden. Diese Aufschlüsse existieren heute nicht mehr.

Blei-führende Mangankonkretionen (Coronadit) konnten jedoch während der Prospektionsuntersuchungen in stark sandigen Schottern 100m NE der Schüppelbachquelle gefunden werden.

Die Schotter sind hier zwischen 1m und 3m mächtig; sie führen neben den bis zu 7dm² großen, plattenförmigen Coronaditkonkretionen Quarzgerölle mit maximal 10cm Durchmesser. Nach B.SCHRÖDER (1963) handelt es sich bei den Quarzgeröllen um umgelagerte Kreidesedimente.

Die Coronaditkonkretionen von der Schüppelbachquelle müssen dem hier dem Quartär unterlagernden unteren Benker Sandstein entstammen. Dafür spricht einerseits deren häufiges Auftreten in den sandigen Schottern (stellenweise 10 Konkretionen/m³), andererseits ihre oft plattenförmige Ausbildung ohne erkennbare Rundung (Abb.7, Taf.4).

Diese Coronaditkonkretionen sind also stratigraphisch den Coronaditkonkretionen von Freihung etwa gleichzustellen, die dort in der Bleilagerstätte auftreten. H.GUDDEN (1966) stellt die Freihunger Lagerstätte in den oberen Muschelsandstein und/oder unteren Keuper.

In ihrer chemischen Zusammensetzung und den mineralogischen Eigenschaften sind die Coronaditkonkretionen von Freihung und die des Manteler Waldes gleich (siehe dazu auch Seite 11).

Da bereits bei der Untersuchung von Moorerden und Gewässern eine ausgedehnte Bleianomalie im Manteler Wald erkannt worden war, sollte mit Hilfe von Bohrstockproben die Bleiführung des Quartärs, das hier weitgehend die Trias überdeckt, erfaßt werden (siehe dazu Karte im Anhang).

Die wenigen, aufgeschlossenen Triassandsteine erwiesen

sich bei einem Bleigehalt von weniger als 100ppm als nahezu bleifrei.

Die Farbe der quartären Sande zeigt von hellgrau bis dunkelrot alle Übergänge, ohne daß sie jedoch Einfluß auf die Bleikonzentration hat.

In den Sanden tritt das Blei zum Teil in Form von Cerussit auf. Es konnte als Schwermineral mit Hilfe von Tetrabromäthan getrennt und mikroskopisch nachgewiesen werden. Das Blei sitzt teilweise auch auf den Spaltflächen der Kalifeldspäte (wohl als PbCO_3), da ungereinigte Kalifeldspäte Bleigehalte bis zu 460ppm enthielten. Gereinigte Kalifeldspäte haben Gehalte von maximal 100ppm Blei.

Während der fortschreitenden Verwitterung wird sowohl das Bleikarbonat als auch der Coronadit in den quartären Sanden ständig gelöst. Das Blei fällt aber sehr bald wieder in dem sich ständig neu bildenden Limonit (adsorptiv?) aus. Dies ergab folgende Analysenmethode:

Mit Hilfe von Salpetersäureaufschlüssen läßt sich aus intensiv roten Sanden nur ein Teil des Bleis in Lösung bringen; die rote Farbe der Sande bleibt weiterhin erhalten. Erst mit Hilfe eines Königswasseraufschlusses verschwindet die Rotfärbung. Der mit dieser Methode nachzuweisende Bleigehalt liegt in der Größenordnung eines Flußsäurevollaufschlusses:

	HNO_3	HNO_3/HCl	HF	
1.	1700	2400	2450	(jeweils ppm Pb)
2.	1200	2000	2100	

Auch grüne, quartäre Tone reichern das Blei (adsorptiv?) an.

Ein Teil des, während der Verwitterung der sandigen Schotter in Lösung gegangenen Bleis wird weiter transportiert und reichert sich aus dem Grundwasserbereich in den

Moorerden an. Schließlich wird auch ein nicht geringer Anteil in den Bächen weggeführt.

Eine Schematische Darstellung der unterschiedlichen Bleianomalien, und deren Beziehung untereinander wird in Abbildung 13 auf Seite 47 gegeben.

Die Frage nach der Herkunft des Bleis in den sandigen, quartären Schottern läßt sich nicht einwandfrei klären. Die Anomalien reichen immerhin bis in die Überdeckung des Semionoten- und Blasensandsteines. Ein Transport des Bleis von bereits erodierten Teilen der Wollau/Eichelberger Lagerstätte ist denkbar, zumal die topographische Lage der Anomalien in Blasensandsteinüberdeckungen des Manteler Waldes mit 460m unter den bereits erodierten Lagerstättenbereichen (460m - 500m) der Estherienschichten von Wollau/Eichelberg liegt.

Damit könnte man die Bleiführung der quartären Überdeckung des Blasensandsteins südlich Parkstein erklären, ohne daß der obere Keuper hier selbst erzführend sein muß. Die Wasserbohrung Parkstein, die bis zur Grenze Lehrberg/Estherienschichten reicht, hat jedenfalls keine Bleimineralisation gezeigt (untersucht von B.SCHRÖDER, 1963).

Mit den bisher angewandten Methoden der Untersuchung von Wasser- und Bodenproben ließ sich zwar eine weit ausgedehnte (30Km^2) und in sich stark differenzierte Anomalie (Wasser, Moorerden, Coronaditkonkretionen, Sande) erfassen, wobei auch die engen Beziehungen der einzelnen Anomalien zueinander erkannt werden konnten. Hinweise auf ein primäres Erzlager sind hier jedoch auf Grund der bis zu mehreren Metern mächtigen quartären Überdeckung mit diesen Methoden kaum zu erreichen.

Mehrere Bohrungen von ca. 5m bis 10m Tiefe, wie sie auch von H.GUDDEN (1975) vorgeschlagen werden, könnten hier in Muschelsandstein oder Keuper auf anstehende Vererzung treffen, wenn der Bleigehalt der quartären Sande nicht doch

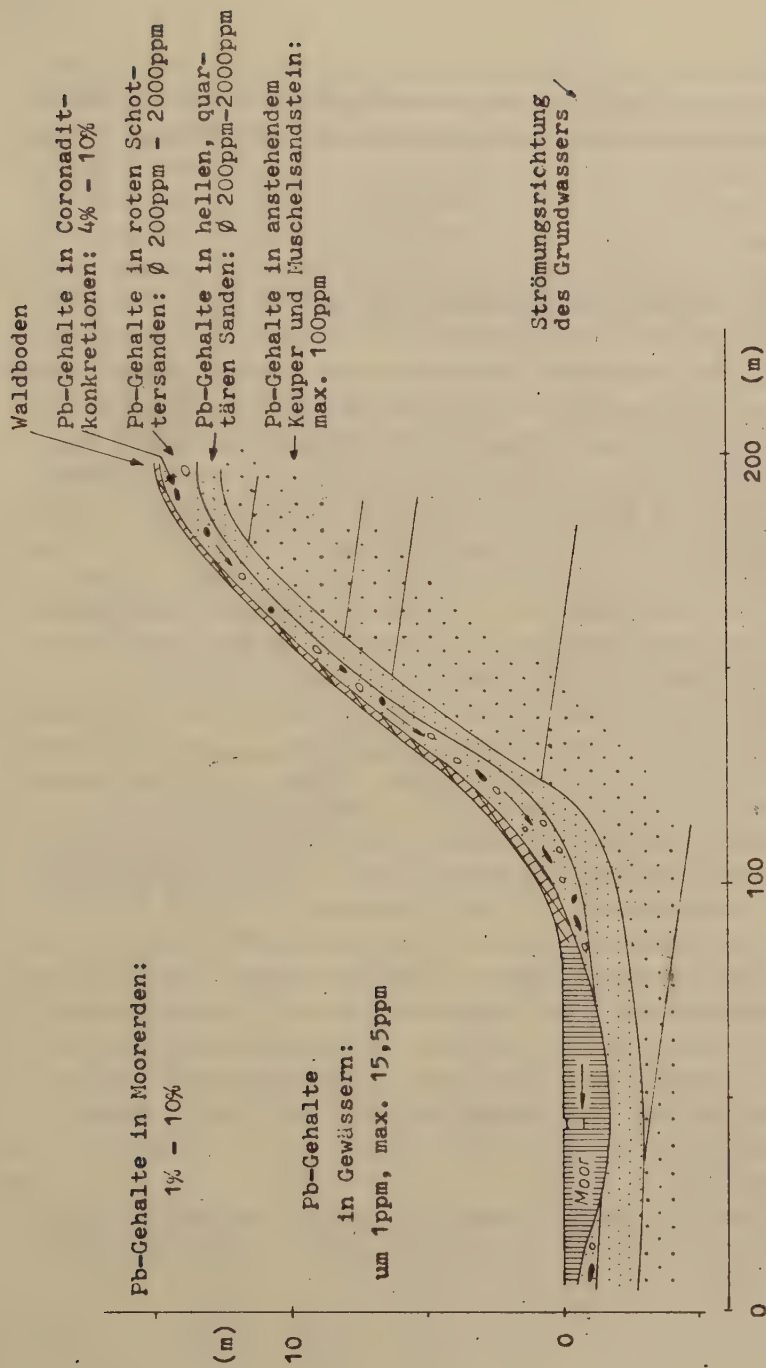


Abb.13 Schematisches Profil zur Darstellung der Bleianomalien im Manteler Wald bei Weiden (Bayern/Oberpfalz).

aus weiter entfernt liegenden, abgetragenen Lagerstätten stammen sollte. Zumindest aber kann man erwarten, daß mit diesen Bohrungen anstehende Coronaditkonkretionen erfaßt werden.

Überlegungen zu den Umlagerungen und Anreicherungen des Bleis in der Oberpfalz.

Nach den bisherigen Ergebnissen ist es äußerst wahrscheinlich, daß das gesamte Blei dem Grundgebirge entstammt. Es sitzt dort im Gitter der Kalifeldspäte und wird zusammen mit diesem nach der Verwitterung von Gneisen und Graniten in Form gewaltiger Quarz- Feldspatsande abgelagert.

Auf diesem ersten Transport hat sich das Blei relativ schon etwas angereichert. Granite und Gneise des varistischen Grundgebirges haben zusammen im Durchschnitt etwa 50ppm Blei (nach Analysen von H.M.KÖSTER, 1974).

Der Bleigehalt der triassischen Arkosen liegt nach eigenen Analysen bei etwa 100ppm.

Die chemischen Lösungsvorgänge dürften bei der primären Granitverwitterung während des trockenen triassischen Klimas nicht sehr bedeutend gewesen sein. Erst bei weiterer Umlagerung der Arkosen ist dann wohl die Mehrzahl der Kalifeldspäte in Lösung gegangen.

Gelangen diese Lösungen in den marinen Bereich, so haben sie nur dann eine Chance gefällt zu werden, wenn sie in reduzierendem Milieu abgefangen werden. Dieses reduzierende Milieu bildet sich dort aus, wo Pflanzenreste und sulfatreduzierende Bakterien ein ökologisches Gleichgewicht bilden. Faziesbereiche dieser Art sind Lagunen, Flachküsten mit geringem Wasseraustausch und möglicherweise auch Seen.

Gelangen die sulfidischen Lagerstätten in den Bereich der kontinentalen Verwitterung, so können die Kalifeldspäte

kaolinisiert, der Bleiglanz aber cerussitisiert werden. Gewaltige Umlagerungen der primären Bleiführung sind die Folge. Epigenetische Ab- und Anreicherungen verwischen das Bild der primären Vererzung.

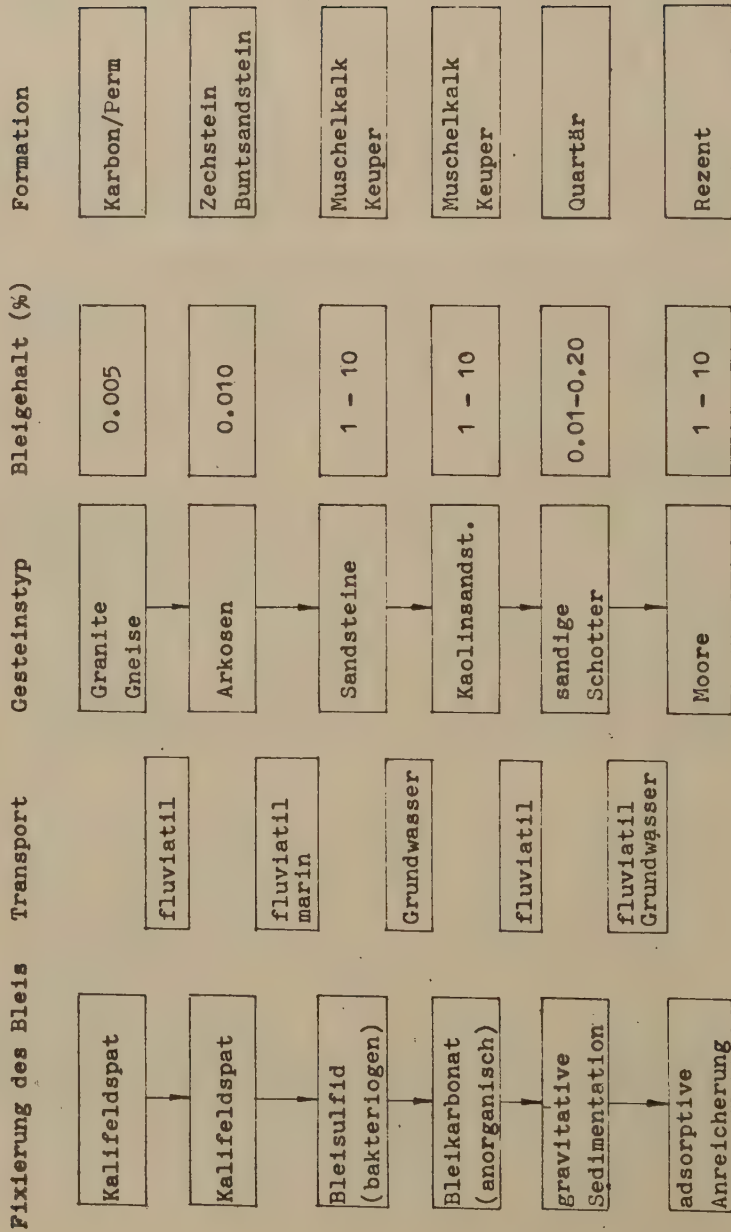
Schließlich fallen die Lagerstätten der endgültigen Abtragung anheim. Besonders erzreiche Stücke werden auf Grund ihres spezifischen Gewichtes nach kurzem Transport wieder abgelagert; daneben können sich auch einzelne Bleiminerale in Form von Seifen innerhalb alluvialer Sande anreichern.

Da die Umgebung der oberpfälzischen, sedimentären Bleivorkommen meist von anmoorigen Böden und großen Mooregebieten überdeckt ist, wird das aus dem Grundwasserbereich von primären Lagerstätten und sekundären Seifen herausgelöste Blei sehr schnell adsorptiv von der Humussubstanz abgefangen und reichert sich dort zu immerhin nennenswerten Lagerstätten an.

In der erdgeschichtlichen Zukunft können diese bleihaltigen Moore zu äußerst reichhaltigen bleiführenden Kohlen werden, da ja während des Inkohlungsprozesses zusätzlich mit einer relativen Anreicherung des Bleis zu rechnen ist, vorausgesetzt es wandert nicht ab.

Eine schematische Zusammenstellung der Umlagerungen und Anreicherungsverfahren des Bleis am Beispiel der Oberpfalz folgt auf Seite 50.

Die Umlagerungen und Anreicherungen des Bleis am Beispiel der Oberpfalz



Zusammenstellung der oberpfälzischen Bleivererzungstypen.

A. Kristallines Grundgebirge

1. Bleiglanz - Zinkblende führende Gänge mit Kupfer- und Schwefelkies. Als Gangart treten Quarz, untergeordnet Schwer- Braun- und Kalkspat auf.
Typus Erbdorf.
2. Bleiglanz führende Flußspatgänge.
Typus Wölsendorf.

B. Sedimentäres Deckgebirge

1. Syngenetisch sedimentäre Sulfidlagerstätten des bakteriogenen Schwefelkreislaufes mit vornehmlich Bleiglanz.
Typus Wollau.
2. Epigenetische Verwitterung und Umlagerung primärer Sulfidlagerstätten mit Cerussit als Haupterz, und gleichzeitiger Kaolinisierung des Kalifeldspates.
Typus Freihung.
3. Alluviale Seifen.
Typus Manteler Wald.
4. Syngenetische Vererzung von Mooren aus dem Grundwasserbereich.
Typus Manteler Wald.

Literaturverzeichnis

- CHRISTIE, J., GRIGGS, D.T. & CARTER, N.L.: Experimental Evidence of Basal Slip in Quartz.- Journ.Geol. 72, 734 - 756, 1964.
- FARRAND, M.: Framboidal Sulfides Precipitated Synthetically.- Mineral. Deposita 5, 237 - 247, 1970.
- GEOLOGISCHE KARTE VON BAYERN 1:500000.- Bayerisches Geol. Landesamt, zweite Auflage, München 1964.
- GOLDBERG, E.D.: Manuskript über pelagische Sedimente des Pazifischen Ozeans. 8 Analysenreihen Roter Tone, neue Meerwasseranalysen.- Scripps Institution of Oceanography, La Jolla (Calif.) 1954.
- GUDDEN, H.: Das Profil der Bohrung Eschenfelden B 1 (1964/65).- Geol.Bl.NO-Bayern, 16, 67 - 87, 1966.
- - Zur Bleierz-Führung in Trias-Sedimenten der nördlichen Oberpfalz.- Geol.Bav., 74, 33 - 55, 1975. (in Druck)
- HAUNSCHILD, H.: Der Keuper in der Umgebung von Pressath.- Erlanger geol.Abh., 14, 26 S., 1 Tafel, Erlangen 1955.
- - Geologische Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 6238 Parkstein und 6338 Weiden.- (unveröff. Manuskriptkarten) München 1973.
- HAUNSCHILD, H. und SCHRÖDER, B.: Geologische Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 6237 Grafenwöhr, mit Erläuterungen.- München 1960.
- HEIM, F.: In: Die Nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns, Bd.II. Bayer. Oberbergamt München, 1936.
- HEISSBAUER, H.: Bericht über die geologische und lagerstättenkundliche Untersuchung des Keupers in seinen Verbreitungsgebieten zwischen Hirschau und Pressath.- Unveröff. Bericht, Freihung 1947.

- KÜSTER, H.M.: Ein Beitrag zur Entstehung der Oberpfälzischen Kaolin-Feldspatlagerstätten.- Geol. Rundschau, 63, 655 - 689, 1974.
- KÜSTER, H.M. und KÜSTER, S.: Über den Bleigehalt des Kaolins von Hirschau-Schnaittenbach und die Bleierz-lagerstätte von Freihung in der Oberpfalz.- Beitr. Miner.Petr., 10, 27 -31, 1964.
- KOHLER, E.: Die Amberger Erzlagerstätten.- Geogn.Jh., 15, 11 - 56, 1903.
- LEVINSON, A.: Introduction to Exploration Geochemistry.- 612 S., Applied Publishing Ltd., Calgary 1974.
- LOVE, L.G., AMSTUTZ, G.C.: Review of Microscopic Pyrite.- Fortschr.Mineral., 43, 273 - 309, 1966.
- PSCHERER, F.: Die Bleibergwerke zu Freihung.- In: Freihung 1569-1969, 400-Jahrfeier-Festschrift, 29 - 40, Freihung 1969.
- RAMDOER, P.: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen.- 2.Aufl., 875 S., Berlin (Akademie-Verlag), 1955.
- RICKARD, D.T.: Limiting Conditions for Synsedimentary Sulfide Ore Formation.- Econ.Geol., 68, 605 - 617, 1973.
- ROSHKOVA, E.V. und SCHTSCHERBAK, O.V.: Sorption des Bleis von verschiedenen Gesteinen.- Izvestija Akad. Nauk. SSSR, Ser.Geol., 2, 13 - 14, (russisch) 1956.
- SCHMITT, H.H.: Equilibrium Diagrams for Minerals at low Temperatures and Pressures.- 199 S., Geol. Club of Harvard Cambridge, Massachusetts, 1962.
- SCHNEIDERHÖHN, H.: Erzlagerstätten-Kurzvorlesungen.- 4.Aufl., Stuttgart, (Gustav Fischer Verlag), 1962.
- SCHNITZER, W.A.: Die Lithologie und Paläogeographie des Buntsandsteins am Westrand der Böhmisches Masse.- Erlanger geol. Abh., 24, 130 S., 1957.
- SCHRÖDER, B.: Stratigraphie und Tektonik vor der Fränkischen Linie bei Kemnath-Pressath (Opf.) und die tektonische Lage der Basaltdurchbrüche.- Erlanger geol. Abh., 27, 72 S., 1958.

- SCHRÖDER, B.: Gliederung und Lagerungsverhältnisse in der Randfazies der Trias bei Weiden-Parkstein (Opf.).- Geol.Bl.NO-Bayern, 13, 98 - 141, 1963.
- - Zur Stratigraphie des höheren Gipskeupers im östlichen Süddeutschland.- Z.Deutsch.Geol.Ges., 123, 215 - 228, 1972.
- STRUNZ, H.: Die Bleierze von Freihung.- Acta Albertina Ratisbonensia, Sonderheft, 20, 193 - 196, 1952.
- SUCKOW, R. und SCHWARTZ, W.: Geomikrobiologische Untersuchungen; X. Zur Frage der Genese des Mansfelder Kupferschiefers.- Z.f.Allg.Mikrobiol., 8, 47 - 64, 1968.
- SWEENEY, P.E. and KAPLAN, I.R.: Pyrite Framboid Formation: Laboratory Synthesis and Marine Sediments.- Econ.Geol., 68, 618 - 634, 1973.
- THÜRACH, H.: Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleiche zu den benachbarten Gegenden.- Geognost. Jh., 1, 75 - 162, Cassel 1888.
- TILLMANN, H.: Erläuterung zur Geol. Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 6337 Kaltenbrunn.- 118 S. München 1958.
- WEDEPOHL, H.: Untersuchungen zur Geochemie des Bleis.- Geochim. et Cosmochim. Acta., 10, 69 - 148, 1956.
- WURSTER, P.: Zur stratigraphischen und paläontographischen Einordnung der Bohrungen Hahnbach H1, H2e und H3.- Unveröff. Gutachten, München 1966.
- ZIEHR, H. und JAKUBEC, F.: Erzminerale von Freihung und Wollau (Oberpfalz) und die Spurenelemente in Bleiglanz und Cerussit.- Aufschluß, 16 (Sonderh.), 292 - 300, 1967.

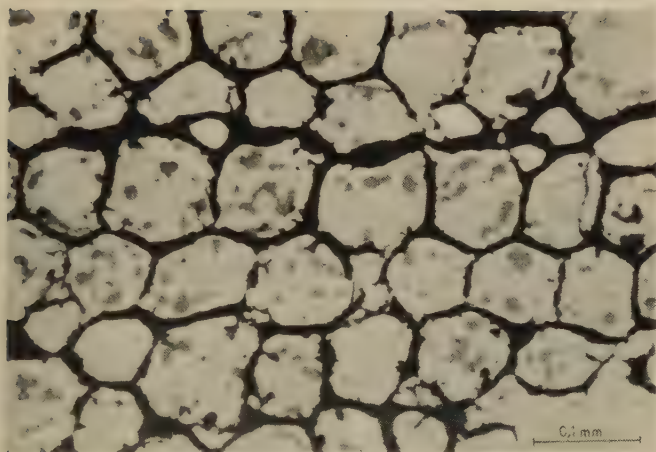


Abb. 1 Vererzte Holzzellen. Muschelsandst. oder Keuper Bleiglanz (weiß), Zinkblende (grau).
Freihung Halde

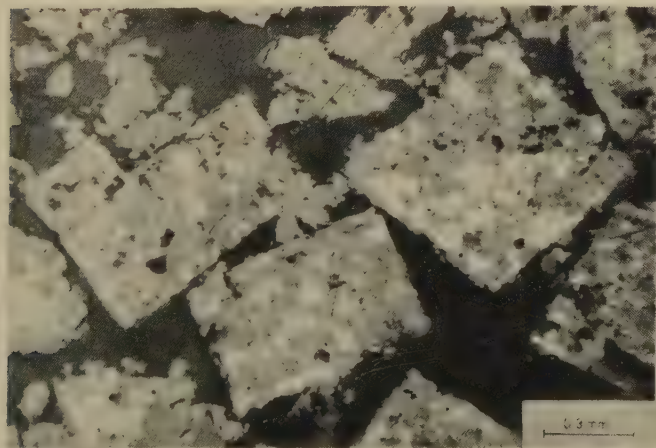


Abb. 2 Pseudomorphosen von Cerussit (grau) nach Bleiglanz (weiß); Einbettungsmittel (dunkelgrau).
Freihung Halde

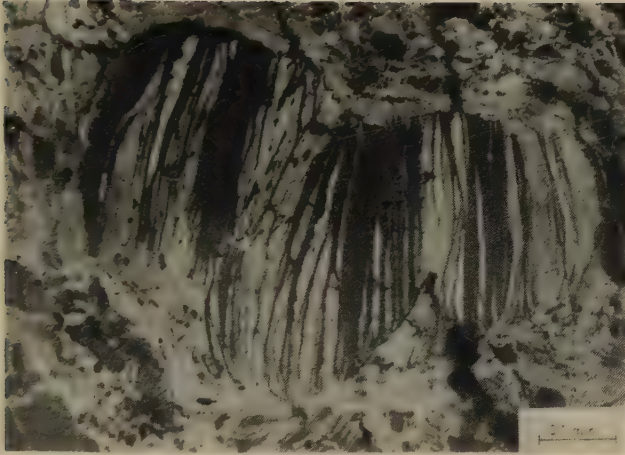


Abb.3 Korrosion von Quarz (grau) durch Cerussit (hellgrau) entlang der "Böhm'schen Streifung". Freihung Halde.

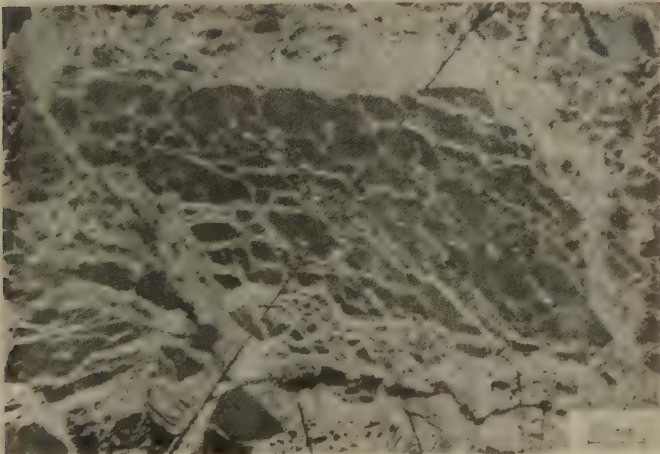


Abb.4 Korrosion von Kalifeldspat durch Cerussit (hellgrau) entlang der Spaltbarkeit des Kalifeldspats. Freihung Halde.

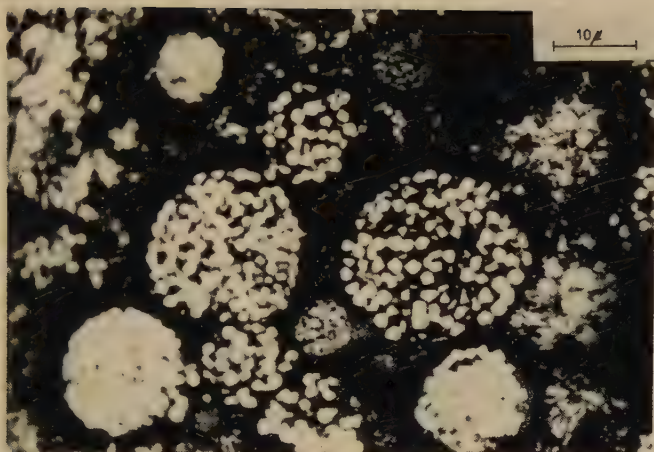


Abb.5 Framboidaler Pyrit. Freihung Halde

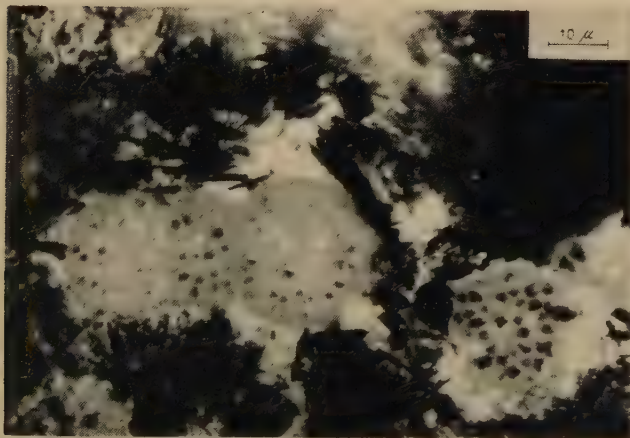


Abb.6 Limonitisierte ehemalige Pyritframboide, umgeben von schwarzen stengeligen Pflanzenresten.
"Berghäuslaufschluß" südlich Wollau.



Abb.7 Coronaditimpragnation in hellem Triassandstein.
Lesestein aus den sandigen Schottern des Manteler
Waldes westlich Weiden. Nat. Größe

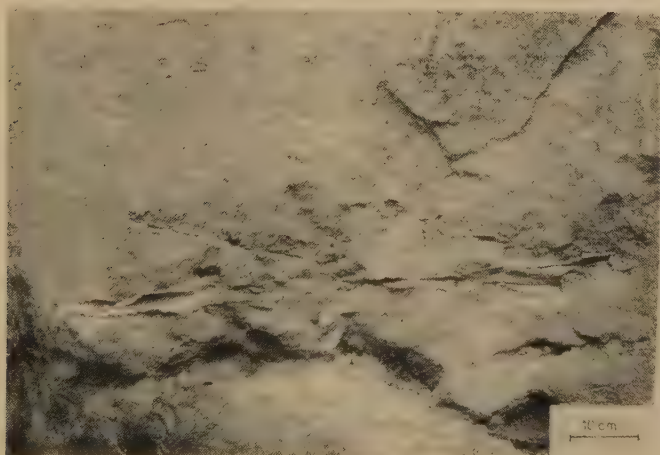
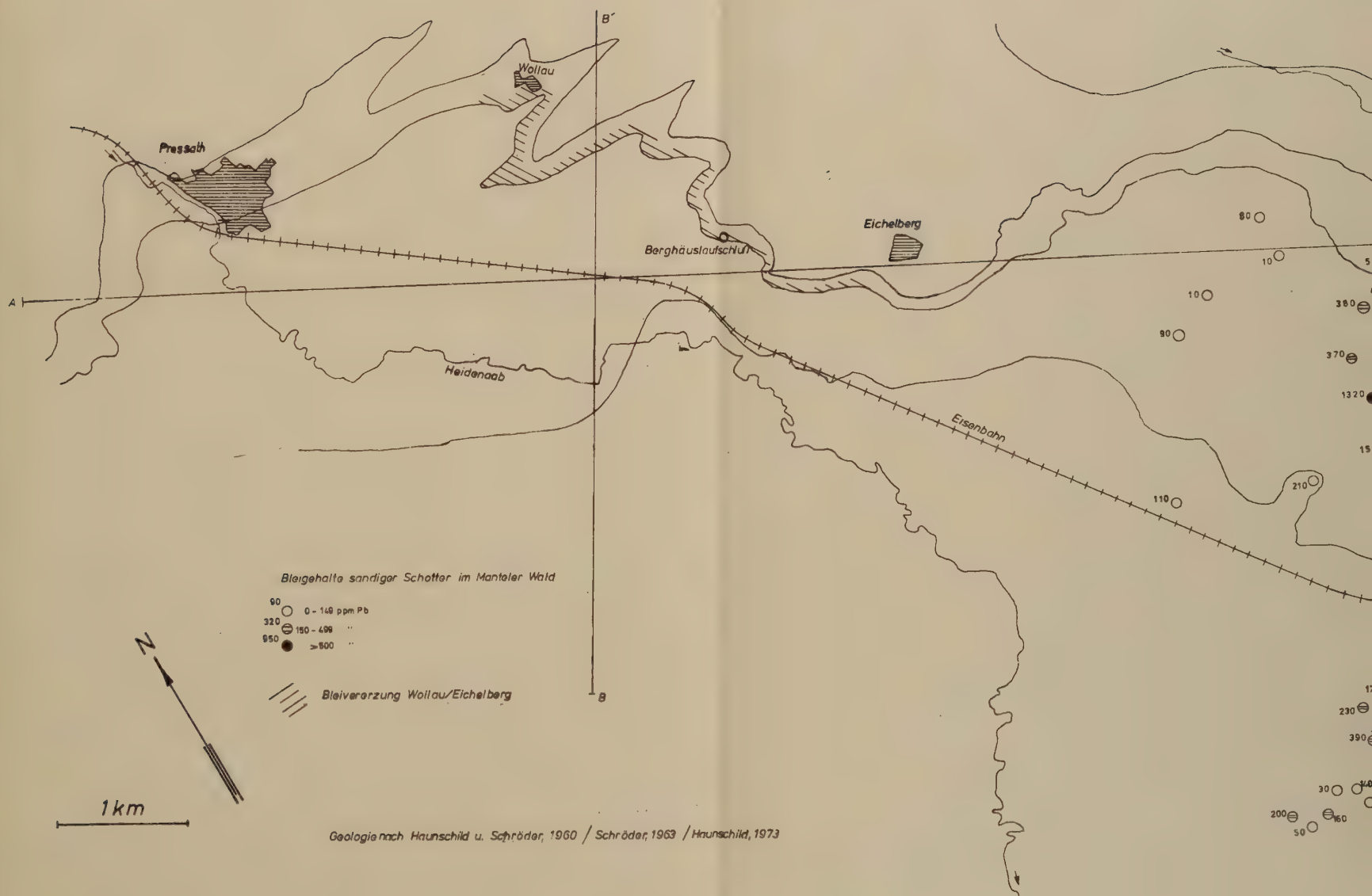
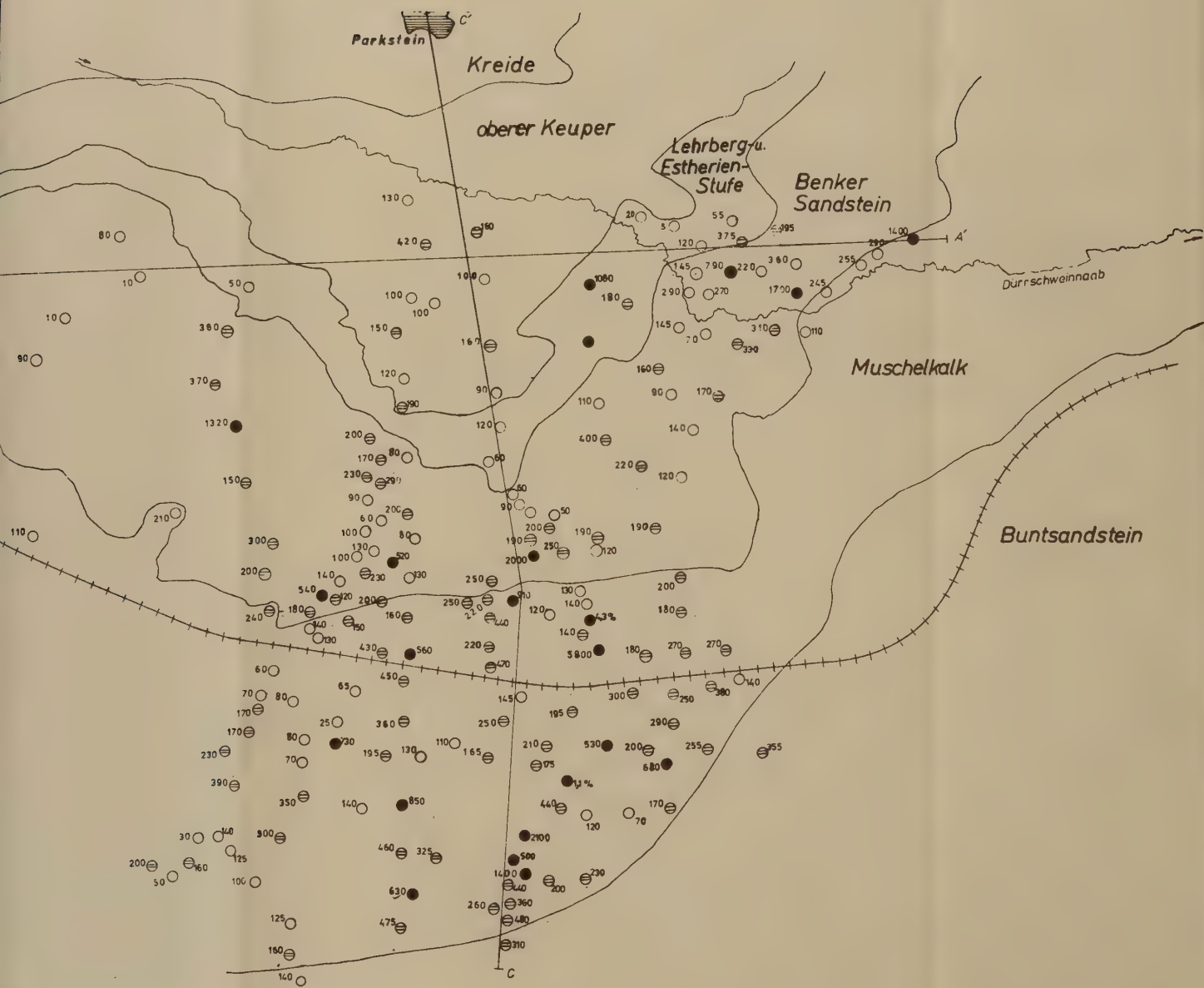
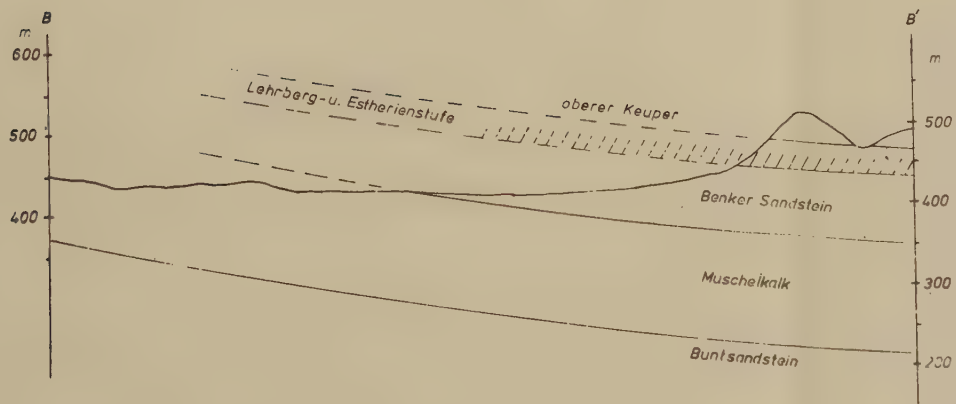
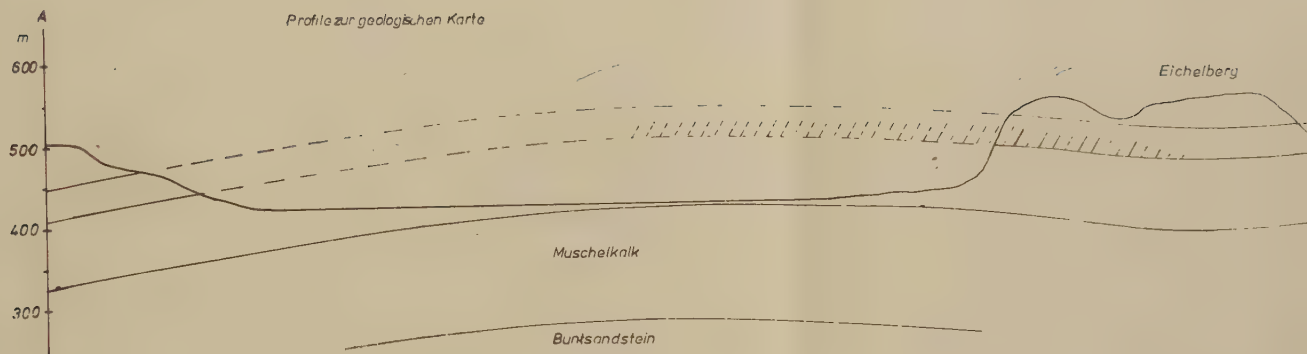
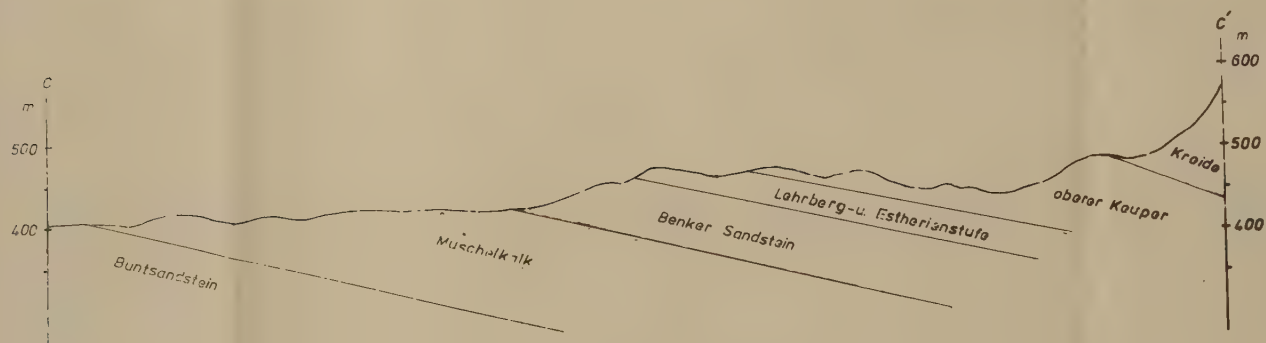
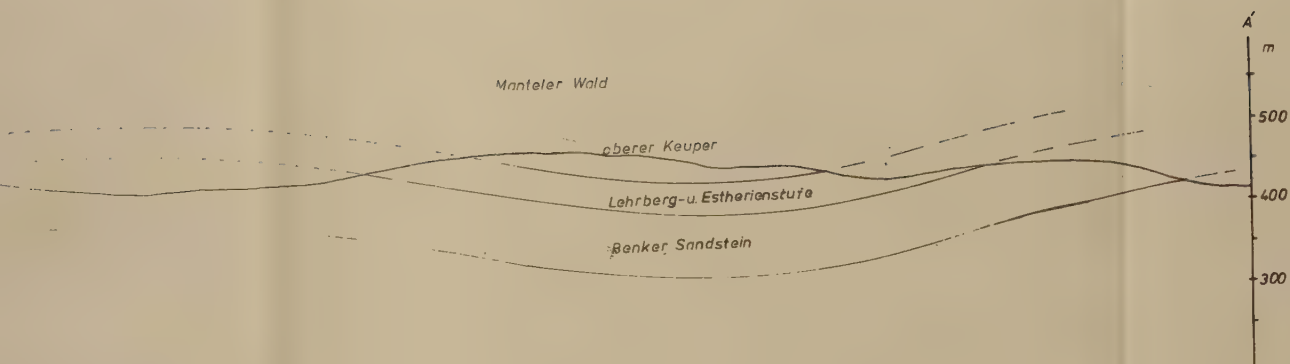


Abb.8 Mit Bleiglanz vererzte Holzreste. Estherienschichten
des "Berghäuslaufschlusses" südlich Wollau.









Lebenslauf

Name: von Schwarzenberg

Vorname: Thomas

Geburtstag: 21.12.1948

Geburtsort: München

Eltern: Artur von Schwarzenberg, Ingenieur und
Karoline von Schwarzenberg, geb. Hofstetter

Schulen: 1955/56 Volksschule Gröbenzell, Kreis Fürsten-
feldbruck
1957/58 Broummana Primary School - Libanon.
1958/59 Deutsche Volksschule Teheran - Persien
1959/60 Volksschule München-Obermenzing
1960/69 Max-Planck-Gymnasium München-Pasing

Studium: Nov. 1969 Beginn mit dem Geologiestudium
an der Ludwig Maximilian Universität in
München
Juli 1971 Diplomgeologenvorprüfung
Dez. 1973 Diplomgeologenhauptprüfung
seit Februar 1974 Arbeit an der Dissertation

April/Mai 1974 Lehrbeauftragter für allgemeine Geologie
an der University of Maryland in Augsburg.

Lebenslauf

Name: von Schwarzenberg

Vorname: Thomas

Geburtstag: 21.12.1948

Geburtsort: München

Eltern: Artur von Schwarzenberg, Ingenieur und
Karoline von Schwarzenberg, geb. Hofstetter

Schulen: 1955/56 Volksschule Gröbenzell, Kreis Fürsten-
feldbruck
1957/58 Broummana Primary School - Libanon.
1958/59 Deutsche Volksschule Teheran - Persien
1959/60 Volksschule München-Obermenzing
1960/69 Max-Planck-Gymnasium München-Pasing

Studium: Nov. 1969 Beginn mit dem Geologiestudium
an der Ludwig Maximilian Universität in
München
Juli 1971 Diplomgeologenvorprüfung
Dez. 1973 Diplomgeologenhauptprüfung
seit Februar 1974 Arbeit an der Dissertation

April/Mai 1974 Lehrbeauftragter für allgemeine Geologie
an der University of Maryland in Augsburg.

